

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

**Kristian Andrade Paz de la Torre
(Organizador)**



DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

**Kristian Andrade Paz de la Torre
(Organizador)**



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele 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. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª Girlene 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^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
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^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio 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
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^a Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^a Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^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. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^a Dr^a Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^a Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
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^a Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
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

Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Kristian Andrade Paz de la Torre

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais 2 / Organizador Kristian Andrade Paz de la Torre. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-969-1

DOI 10.22533/at.ed.691211304

1. Ciências ambientais. 2. Sustentabilidade. I. Torre, Kristian Andrade Paz de la (Organizador). II. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais” é uma obra que tem, como foco principal, a discussão científica, por meio dos diversos trabalhos que compõem seus capítulos. O volume 2, focado em tecnologias de melhoria ambiental, abordará, de forma categorizada e multidisciplinar, trabalhos, pesquisas, relatos de casos e revisões que apresentam técnicas de intervenção que resultam em melhorias ambientais.

O objetivo central foi apresentar, de forma organizada e clara, estudos realizados em diversas instituições de ensino e pesquisa. Em todos esses trabalhos, o fio condutor foi o aspecto relacionado ao desenvolvimento sustentável, em suas dimensões social, econômica e, com maior destaque, ambiental; na qual englobaram-se as esferas do solo, água, ar, seres vivos e transmissão dos conhecimentos associados a tais assuntos. Com isso, configura-se uma discussão de enorme relevância, dado que os desequilíbrios ambientais têm sido um problema há muitos anos, o que demanda ações adequadas para a correta compreensão das questões ambientais.

Assuntos diversos e interessantes são, dessa forma, abordados aqui, com o intuito de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, professores e demais pessoas que, de alguma forma, interessam-se pelo desenvolvimento sustentável. É válido ressaltar, ainda, que possuir um material que agrupe dados sobre tantas faces desse conceito é muito importante, por constituir uma completa descrição de um tema tão atual e de interesse direto da sociedade.

Desse modo, a obra apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos autores, que arduamente elaboraram seus trabalhos e aqui os apresentam de maneira concisa e didática. Sabe-se o quão importante é a divulgação científica e, por isso, evidencia-se aqui também a estrutura da Atena Editora, capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para que esses pesquisadores exponham e divulguem seus resultados.

Kristian Andrade Paz de la Torre

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

TRATAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DE DIFERENTES ORIGENS PELO PROCESSO DE COMPOSTAGEM EM LARGA ESCALA

Fulvio Cavalheri Parajara

Luiz Mauro Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.6912113041

CAPÍTULO 2..... 14

SUSTENTABILIDADE NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS E RESÍDUOS FARMACÊUTICOS

Sabina Maria da Silva Batista

Daniel Gustavo Luiz Felício

Francisco Angelim de Sousa

Jales Cavalcante de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.6912113042

CAPÍTULO 3..... 18

CROMATOGRAFIA CONFIRMA VIABILIDADE ECONÔMICA DA EXPLORAÇÃO DE BIOGAS GERADAS NO ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS TO

João Evangelista Marques Soares

Marcel Sousa Marques

Marcelo Mendes Pedroza

Aurélio Pêssoa Picanço

Antonio Adeluzio Gomes de Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.6912113043

CAPÍTULO 4..... 25

GERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DA LIBERAÇÃO DE GASES DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

Bruno Martins Ferreira

Cesar Tatari

Felipe Batista Amaral

Gustavo Gonçalves Evangelista

DOI 10.22533/at.ed.6912113044

CAPÍTULO 5..... 35

SEMENTES DE AÇÁI: ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS PRODUZIDOS PELA UTILIZAÇÃO DE LENHAS EM PIZZARIAS

Celso Boulhosa Mendes Neto

Leon Gabriel Brasil Costa

Rebeca Izabela Fernandes Noronha

Stefany Monteiro Lucena

DOI 10.22533/at.ed.6912113045

CAPÍTULO 6..... 44

AValiação DA EFICIÊNCIA DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLUÇÃO POR

RESÍDUOS SÓLIDOS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS

Amanda Silva Nunes

Ricardo Nagamine Costanzi

DOI 10.22533/at.ed.6912113046

CAPÍTULO 7..... 52

CHEMICAL COMPOSITION OF WASTES FROM OLIVE OIL INDUSTRY AND ITS UTILIZATION IN ANIMAL FEEDING

Carolina Oreques de Oliveira

Fernanda Medeiros Gonçalves

Denise Calisto Bongalharo

Júlia Nobre Parada Castro

Leonel dos Santos Guido

DOI 10.22533/at.ed.6912113047

CAPÍTULO 8..... 62

APLICAÇÃO DE FUNGOS NA BIORREMEDIAÇÃO DE RESÍDUOS LÁCTICOS: UMA MINI REVISÃO

Nayara Lizandra Leal Cardoso

Felipe Ferreira Silva

Júlia Antunes Tavares Ribeiro

Raquel Valinhas e Valinhas

Wanderson Duarte Penido

Anna Kelly Moura Silva

Daniel Bonoto Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.6912113048

CAPÍTULO 9..... 72

FORRO MODULAR TERMOACÚSTICO CONFECCIONADO A PARTIR DE PAPEL KRAFT RECICLADO E FIBRA DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Beatriz Silva de Oliveira

Ricardo Ramos da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.6912113049

CAPÍTULO 10..... 89

TÉCNICAS PARA EVITAR A DERIVA E VOLATILIZAÇÃO DE HERBICIDAS

Dilma Francisca de Paula

Kassio Ferreira Mendes

Maura Gabriela da Silva Brochado

Ana Flávia Souza Laube

Levi Andres Bonilla Rave

DOI 10.22533/at.ed.69121130410

CAPÍTULO 11..... 117

EFEITOS DOS INSETICIDAS METOMIL E CIPERMETRINA SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR E A AÇÃO PROTETORA DA MELATONINA

Ketsia Sabrina do Nascimento Marinho

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Valéria Wanderley Teixeira
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira
Katharine Raquel Pereira dos Santos
Cristiano Aparecido Chagas
Ilka Dayane Duarte de Sousa Coelho
Clovis José Cavalcanti Lapa Neto
Laís Caroline da Silva Santos

DOI 10.22533/at.ed.69121130411

CAPÍTULO 12..... 129

APLICAÇÃO DA MADEIRA DE CULTURAS FLORESTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Fernando Nunes Cavalheiro
Giovani Richard Pitilin
Lara Victoria Meotti de Souza
Gustavo Savaris
Reinaldo Aparecido Bariccatti

DOI 10.22533/at.ed.69121130412

CAPÍTULO 13..... 135

PLANTAS MEDICINAIS DO SEMIÁRIDO SERGIPANO: USOS E INDICAÇÕES

Heloísa Thaís Rodrigues de Souza
Douglas Vieira Gois
Wandison Silva Araújo

DOI 10.22533/at.ed.69121130413

CAPÍTULO 14..... 148

SEMENTES DA AGROBIODIVERSIDADE: REGISTRO DAS VARIEDADES LOCAIS CULTIVADAS PELOS AGRICULTORES FAMILIARES DA COSTA DO PESQUEIRO, MANACAPURU/AM

Suzy Cristina Pedroza da Silva
Cloves Farias Pereira
Jozane Lima Santiago
Henrique dos Santos Pereira
Therézinha de Jesus Pinto Fraxe
Ademar Roberto Martins de Vasconcelos
Selton Machado Silva
Márcia Cristina Rodrigues Silva
Gislany Mendonça de Sena
Ane Karoline Rosas Brito
Nayara Mariana da Silva Machado
Janderlin Patrick Rodrigues Carneiro

DOI 10.22533/at.ed.69121130414

CAPÍTULO 15..... 160

ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA PARA RESTAURAÇÃO AMBIENTAL, CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL (BAHIA, BRASIL)

Wilma Santos Silva

Maria Dolores Ribeiro Orge
José Antonio da Silva Dantas
Mara Rojane Barros de Matos
Ludmilla de Santana Luz

DOI 10.22533/at.ed.69121130415

CAPÍTULO 16..... 177

AQUICULTURA COMO ALTERNATIVA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS LAGOSTAS PALINURIDAE LATREILLE, 1802, NO BRASIL: REVISÃO E CONSIDERAÇÕES

André Prata Santiago
Janaína de Araújo Sousa Santiago
Luiz Gonzaga Alves dos Santos Filho
George Satander Sá Freire

DOI 10.22533/at.ed.69121130416

CAPÍTULO 17..... 204

AQUAPONICS BY (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) NFT AS A PROFITABLE OPTION FOR THE CULTIVATION OF TILAPIA *Oreochromis niloticus* AND SWEET CUCUMBER *Solanum muricatum*

Lucy Goretti Huallpa Quispe
Isabel del Carmen Espinoza Reynoso
Mario Román Flores Roque
Lucilda Stefani Herrera Maquera
Brígida Dionicia Huallpa Quispe
Alfredo Maquera Maquera
Giovanna Verónica Guevara Cancho
Walter Merma Cruz

DOI 10.22533/at.ed.69121130417

CAPÍTULO 18..... 218

RESULTADOS PARCIAIS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE UMA PESQUISA SOBRE O PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL E SOBRE APLICATIVO DE GESTÃO AMBIENTAL – SUA UTILIZAÇÃO NO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DE ALAGOAS

Emanoel Ferdinando da Rocha Junior
Cicera Maria Alencar do Nascimento
Adriana dos Santos Franco
Thiago José Matos Rocha
Adriane Borges Cabral

DOI 10.22533/at.ed.69121130418

CAPÍTULO 19..... 229

OBSTRUÇÃO POR CORPO ESTRANHO EM INGLÚVIO DE CALOPSITA (*Nymphicus hollandicus*) – RELATO DE CASO

Diogo Joffily
Giovanna Medeiros Guimarães
Jéssica Rodrigues Assis de Oliveira
Tábata Torres Megda

Bianca Moreira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.69121130419

SOBRE O ORGANIZADOR.....	241
ÍNDICE REMISSIVO.....	242

CAPÍTULO 1

TRATAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DE DIFERENTES ORIGENS PELO PROCESSO DE COMPOSTAGEM EM LARGA ESCALA

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/02/2021

Fulvio Cavalheri Parajara

Pós-Graduação do Instituto de Botânica de São Paulo – Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/2238154422445460>

Luiz Mauro Barbosa

Instituto de Botânica de São Paulo – Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/1855154159047375>

RESUMO: A utilização de resíduos orgânicos no processo de compostagem visando à produção de um composto orgânico de alta qualidade para a agricultura é a principal alternativa sustentável para o tratamento destes materiais, especialmente para resíduos oriundos de indústrias, que são gerados em grandes quantidades. Em virtude desta demanda, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do composto obtido, a partir de um processo de compostagem em escala industrial com uso do sistema de aeração forçada. O experimento foi implantado em 15 tratamentos e três repetições, utilizando como matéria prima diferentes composições com os resíduos de lodo de ETE de indústria de alimento, terra diatomácea do processo de filtragem da indústria de óleos vegetais, cinzas de biomassa de indústria de papel e celulose, sobras de alimentos e

alimentação de restaurantes industriais e, ainda, resíduos de verdes de áreas urbana. Durante a condução do processo, foi realizado o monitoramento diário da temperatura das leiras, como indicador do processo de compostagem. Os parâmetros avaliados para classificação dos compostos orgânicos obtidos em cada tratamento foram percentual de nitrogênio total, carbono orgânico, relação C/N, pH, capacidade de troca de cátions (CTC), relação CTC/C, CRA e umidade. Com base nos resultados alcançados, os compostos obtidos em todos os tratamentos puderam ser qualificados como condicionador de solos de qualidade para uso na agricultura, conforme exigência da atual legislação brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; reciclagem; compostagem; resíduos orgânicos.

SUSTAINABLE TREATMENT OF SOLID ORGANIC WASTE FROM DIFFERENT ORIGINS THROUGH THE LARGE SCALE COMPOSTING PROCESS

ABSTRACT: The use of organic residues in the composting process aiming at the production of a high quality organic compost for agriculture is the main sustainable alternative for the treatment of these materials, especially for residues from industries, which are generated in large quantities. In view of this demand, the objective of this work was to evaluate the quality of the compost obtained, from an industrial scale composting process using the forced aeration system. The experiment carried out on an industrial scale by the forced aeration system, with 15 treatments and three replicates, using as raw material sludge

residues from food industries, diatomaceous earth from the filtration process of production of vegetable oils; ashes from biomass, leftovers from food preparation and feeding of industrial restaurants and pruning waste from trees and gardens. During the conduction of the process, the daily temperature monitoring of the logs was performed as an indicator of the composting process. The parameters evaluated for the classification of organic compounds were percentage of total nitrogen, organic carbon, C/N ratio, pH, cation-exchange capacity (CEC), CEC/C ratio, CRA e moisture. Based on the results obtained, the composts obtained in all treatments can be classified as soil conditioning.

KEYWORDS: Sustainability; recycling; composting; organic waste.

1 | INTRODUÇÃO

A quantidade de resíduos gerados em agroindústrias e indústrias de alimentos aumentaram significativamente na última década, devido ao crescimento da população e mudança no perfil de hábitos de consumo, onde as pessoas têm priorizado alimentos industrializados. Wei *et al.*, 2019 comentaram que isso levou à geração em massa de diversos tipos de resíduos orgânicos, como lodos de estação de tratamento de águas residuais e resíduos de processos produtivos industriais.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 2010), o processo de compostagem é considerado uma destinação final ambientalmente adequada para o tratamento e a reciclagem de resíduos orgânicos. Este processo é baseado em reações naturais de mineralização e humificação, que ocorrem durante a decomposição de matéria orgânica nos solos.

Para tanto, a compostagem industrial é realizada em larga escala com alto volume de matéria prima (resíduos), ou seja, trata-se de uma soma de processos metabólicos complexos, realizados por diferentes microrganismos que, na presença de oxigênio, usam o nitrogênio (N) e o carbono (C) disponíveis para produzir sua própria biomassa, gerando calor e um substrato sólido, com menos carbono e nitrogênio, entretanto mais estável, o que é chamado composto (Roman *et al.*, 2015).

Estrella-González *et al.* (2019) mostraram que não existem dois processos iguais de compostagem e que isso pode estar diretamente relacionado aos resíduos utilizados e seus perfis físico-químicos, relatando que não existe receita ou protocolo fixo para a prática de compostagem, mas que as diferentes situações e materiais utilizados devem ser controlados desde o início do processo.

O produto resultante é obtido pela ação de uma diversidade de populações microbianas em condições aeróbicas, que transformam biologicamente os resíduos orgânicos, gerando um produto estável chamado composto (Kiehl, 2012). Para controlar a qualidade dos produtos obtidos pelo processo de compostagem, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamentou as características ideais que o composto deve possuir para aplicação no solo em legislações específicas para cada tipo de produto.

Para testar a hipótese de viabilidade do tratamento por compostagem de cinco tipos distintos de resíduos de diferentes origens (lodo de ETE industrial; terra diatomácea de indústria de alimentos; cinzas de biomassa, restos do preparo de alimentos e alimentação; e, resíduos de podas urbana) e em concentrações variadas, este trabalho avaliou os parâmetros agrônômicos dos compostos produzidos com os parâmetros exigidos pelo MAPA, para o registro do produto como fertilizante orgânico composto ou condicionador de solos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi implantado e conduzido nas dependências industriais da empresa Ecomark Indústria e Comércio de Fertilizantes Especiais Ltda., situada no município de Elias Fausto, SP, nas coordenadas geográficas 23° 08' de latitude Sul e 47° 21' de longitude Oeste, com altitude média 580 metros acima do nível do mar.

O experimento foi implantado em escala industrial, ou seja, o delineamento experimental foi feito em leiras de aproximadamente 90 toneladas cada, em formato piramidal, constituindo-se de 15 tratamentos (leiras), inteiramente casualizados e três repetições, totalizando 45 lotes (leiras) industriais, compostos por diferentes misturas e quantidades dos resíduos a seguir relacionados: Resíduo A (Lodo de ETE); Resíduo B (terra diatomácea); Resíduo C (cinzas de biomassa); Resíduo D (sobras de alimentos); e, Resíduo E (podas de árvores e restos de jardinagem).

Tratamento	Resíduo A	Resíduo B	Resíduo C	Resíduo D	Resíduo E
1	50	0,0	0,0	25	25
2	50	25	0,0	25	0,0
3	50	0,0	25	25	0,0
4	50	25	0,0	0,0	25
5	50	0,0	25	0,0	25
6	0,0	50	0,0	25	25
7	25	50	0,0	25	0,0
8	0,0	50	25	25	0,0
9	25	50	0,0	0,0	25
10	0,0	50	25	0,0	25
11	0,0	0,0	50	25	25
12	0,0	25	50	25	0,0
13	25	0,0	50	25	0,0
14	0,0	25	50	0,0	25
15	25	0,0	50	0,0	25

Tabela 1. Percentual de cada resíduo utilizado na implantação dos diferentes tratamentos utilizados.

O volume e misturas dos resíduos utilizados foram determinados em virtude da disponibilidade dos materiais no momento da implantação do estudo, sendo realizada análises para as principais características agrônômicas em cada resíduo.

O lodo utilizado no experimento é um material parcialmente desidratado, oriundo do processo de tratamento biológico dos efluentes de indústria de abatedouros e sem a presença de efluente sanitário.

A terra diatomácea tem origem mineral pela precipitação dos restos microscópicos de frústulas das diatomáceas, sendo este um material altamente absorvente, utilizado em processos produtivos em indústrias de alimentos e bebidas. No caso deste experimento, o resíduo é utilizado como agente filtrante na clarificação e classificação de óleos vegetais, devido à sua alta permeabilidade e capacidade de retenção de material sólido entre as partículas.

As cinzas de biomassa utilizadas são resíduos provenientes da queima de madeira (galhos, troncos, paletes, madeiras de resíduos de construção, etc.) para produção de energia, em uma indústria do segmento de celulose.

Os resíduos de preparo de alimentos são provenientes de diversos restaurantes industriais. Este material inclui alimentos crus, processados e cozidos, como arroz, feijão, macarrão, carnes e peixes.

Os resíduos de podas e jardinagem são provenientes das atividades de manutenção de áreas verdes, principalmente do município de Salto, sendo que os materiais lenhosos passaram por uma trituração mecânica antes da utilização no processo de compostagem.

Para a instalação do experimento, os resíduos foram pesados em balança rodoviária, no momento da entrada na área da empresa, sendo descarregados no pátio de homogeneização, à exceção das podas e jardinagem, que foram descarregados ao lado do triturador de galhos e posteriormente trazidas ao pátio. A homogeneização dos materiais foi realizada em área coberta, com piso impermeabilizado, sendo misturados com a utilização de equipamentos projetados para esta finalidade, ou seja, através de uma compostadeira tracionada por trator.

Após o processo de homogeneização, procedeu-se à montagem das leiras em pátio impermeabilizado e sem cobertura, tendo cada leira a dimensão aproximada de 25 metros de comprimento por 3,5 metros de largura e 2,5 metros de altura, montadas na forma piramidal, sobre uma camada de 50 cm de altura dos resíduos de podas triturados que foram colocados sob uma tubulação de 4" de PVC, perfurada com dois furos de 10mm de diâmetro a cada 50 cm de distância.

Nesta fase do experimento, a leira permaneceu estática, sendo utilizado o sistema de aeração forçada, composto por ventiladores centrífugos com vazão de 35 m³ de ar por minuto, dotado de sistema automático de controle e visando a evitar a necessidade de revolvimento mecânico das leiras. O sistema de aeração forçada funcionou de maneira intermitente, sendo programado para permanecer 10 minutos em funcionamento, alternando

com 10 minutos desligado, durante todo o período em que as leiras foram mantidas nesta fase.

Após 60 dias em processo de compostagem em leiras estáticas, os lotes experimentais foram encaminhados ao pátio de cura, onde passaram por revolvimento periódico, visando à estabilização final e humificação do composto orgânico, onde as leiras foram revolvidas com utilização de compostadeira tracionada por trator sempre que a temperatura ultrapassasse os 50 °C.

Durante todo o experimento, foram realizados controles diários de temperatura, devido à necessidade de se manter a temperatura da leira entre 55 e 65 °C na fase termófila, e como indicador de estabilização e humificação dos diferentes tratamentos considerou-se que a temperatura média de cada leira ficasse sempre abaixo de 40 °C, por mais de três revolvimentos consecutivos. Assim, para esta pesquisa adotou-se o controle de temperatura como medida referencial para a estabilização do processo de compostagem.

A coleta de amostras do composto orgânico ocorreu após a identificação de estabilização de temperatura e peneiramento dos lotes em malha 8 mm, sendo encaminhadas para análise em laboratórios interno e externo, seguindo metodologia de análises determinado pelo MAPA.

Para a análise estatística dos dados obtidos nesta pesquisa foi utilizada o software SAS 9.4, realizando-se a análise de variância e com as médias analisadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos à composição química indicam que os produtos obtidos pelo processo de compostagem apresentam todos os elementos necessários à avaliação deste experimento e consequente classificação do composto orgânico em conformidade com a legislação brasileira.

Tratamento	N total (%)	C (%)	C/N	pH	CTC (mmol _c /Kg)	CTC/C
1	0,66 a	16,09 a	24,5/1 a	7,8 bcdef	752,1 a	47/1 C
2	0,52 cd	4,32 g	8,3/1 e	7,8 bcdef	307,6 ef	71,2/1 C
3	0,62 ab	4,00 g	6,5/1 f	7,7 ef	272,1 gh	68/1 C
4	0,54 bcd	9,35 b	17,3/1 b	7,7 def	488,7 b	52,3/1 c
5	0,59 abcd	8,54 c	14,5/1 c	8,3 a	459,6 b	53,8/1 c
6	0,58 abcd	7,62 d	13,2/1 c	7,8 cdef	337,0 e	44,2/1 c
7	0,54 bcd	1,39 j	2,6/1 h	7,9 bcd	247,2 h	186,1/1 a
8	0,54 bcd	2,31 i	4,3/1 g	8,1 ab	423,7 c	185,1/1 a
9	0,52 cd	5,52 f	10,8/1 d	7,6 f	372,1 d	67,7/1 c

10	0,38 e	3,14 h	8,3/1 e	8,0 bc	189,4 i	60,6/1 c
11	0,61 abc	6,30 e	10,4/1 d	7,8 bcdef	382,1 d	60,7/1 c
12	0,51 d	1,68 ij	3,3/1 gh	7,8 cdef	251,1 h	151,8/1 b
13	0,54 bcd	1,98 ij	3,6/1 gh	7,9 bcde	280,6 fgh	143,8/1 b
14	0,57 abcd	2,00 ij	3,5/1 gh	7,8 bcde	285,8 fg	143,6/1 b
15	0,61 abc	5,03 f	8,4/1 e	7,8 bcdef	334,6 e	66,5/1 c

Tabela 2. Média dos parâmetros agrônômicos nitrogênio (%), carbono orgânico (%), relação carbono nitrogênio (C/N), pH, CTC (mmol_c/Kg), relação CTC/C.

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Turkey (P>0,05).

Ao final do estudo todos os tratamentos, à exceção do tratamento 10, alcançaram teores médios de nitrogênio acima do mínimo exigido pela IN 25/09, que estabelece o conteúdo mínimo de 0,5% de N para classificação do produto como fertilizante orgânico composto.

Este resultado pode ser explicado pelo fato de que os resíduos utilizados em maiores volumes possuíam baixos teores de nitrogênio, associado ao maior pH das cinzas utilizadas no tratamento que podem ser considerados um dos principais fatores na determinação das perdas de N, pois valores acima da neutralidade favorecem a formação de amônia. Souza *et al.* (2017) constataram que, em leiras de compostagem constituídas pelas mesmas fontes de carbono e nitrogênio, variando apenas a adição ou não de cinzas, os tratamentos sem a presença de cinzas apresentaram maiores concentrações de bactérias heterotróficas ao longo do processo, favorecendo, desta forma, a diminuição da perda de nitrogênio durante o processo de compostagem.

Apesar do baixo percentual médio de N em todos os tratamentos, difere-se dos demais o tratamento 1, que em sua composição utilizou apenas os resíduos com N total acima de 1%, sendo 50% do volume referente ao Lodo de ETE que, em sua caracterização inicial, apresentou teor de nitrogênio acima de 2%.

Os resultados de todos os tratamentos também foram similares aos obtidos por Cunha Queda (1999), que afirma que as moléculas de nitrogênio presentes nos resíduos são degradadas durante a compostagem por microrganismos heterotróficos e transformadas em N amoniacal, o qual sofre volatilização por efeito de aumento da temperatura e do pH, originando uma diminuição do nitrogênio total do composto obtido, ao final do processo de compostagem.

Com referência ao carbono orgânico no processo de compostagem, este elemento é considerado fonte de energia para os microrganismos heterotróficos que degradam a massa, enquanto o nitrogênio é um elemento importante para a síntese de proteínas e conseqüente crescimento de suas colônias (Sharma *et al.*, 1997)

Ao avaliarmos o percentual de carbono nos produtos obtidos após a compostagem,

apenas o tratamento 1 obteve média acima de 15% de carbono orgânico, conforme determina a IN 25/09, para classificação como fertilizante orgânico composto. Para os demais tratamentos, houve redução acima do esperado na porcentagem média de carbono orgânico.

Kiehl (2012) afirma que as reduções de carbono observadas durante o processo de compostagem são decorrentes da assimilação deste elemento pelos microrganismos, sendo convertido da forma mineral para orgânica e o restante eliminado em forma de gás carbônico (CO₂). É possível constatar que, apesar das reduções indicadas, os resíduos utilizados no tratamento 1 possuíam teores de carbono orgânico de 28,55%, 34,1% e 57,6%, permitindo que o produto final alcançasse o percentual obtido.

A redução elevada no carbono orgânico dos demais tratamentos pode ser explicada não só pela utilização de C pelos microrganismos que atuam na compostagem, mas também pela perda para o meio ambiente na forma de gás carbônico e, se avaliarmos os tratamentos que obtiveram teores de carbono abaixo de 7%, podemos inferir que a presença das cinzas, nos tratamentos 11, 12, 13, 14 e 15, foi a causadora dos baixos teores alcançados, tendo influenciado negativamente nos tratamentos 3, 8 e 10.

Os valores obtidos neste trabalho para relação C/N nos tratamentos podem ser explicados por Zhu (2007), Li *et al.* (2008), Cayuela *et al.* (2009) e Gao *et al.* (2010) e Kiehl (2012), que indica a causa da redução de carbono orgânico por degradação da matéria orgânica e o aumento do nitrogênio em virtude da mineralização no nutriente.

A relação entre carbono e nitrogênio (C/N) é considerada um dos indicadores que melhor caracteriza a maturação do composto, pois a própria definição de compostagem, como processo biológico, considera os elementos carbono e nitrogênio fundamentais, em que C representa em média 50% e N de 2 a 8%. A relação C/N depende dos microrganismos e do meio de crescimento, onde dois terços do carbono perdem-se como CO₂ e o outro terço é combinado com o nitrogênio nas reações celulares (Russo, 2004).

Para o pleno desenvolvimento da compostagem recomenda-se que a relação C/N inicial esteja entre 26/1 e 35/1 são considerados como favoráveis (Kiehl, 2012). Na prática, compostagens realizadas com diferentes fontes resíduos apresentam uma variação grande na relação C/N inicial, de 5/1 até mais de 100/1, indicando ser possível a ocorrência da compostagem mesmo em valores fora da faixa de relação ótima.

Considerando que a legislação brasileira exige que a relação C/N máxima seja de 20:1, para fertilizante orgânico composto, todos os tratamentos obtiveram esta classificação, sendo que apenas o tratamento 1 ultrapassou o limite máximo estabelecido, entretanto, esta mesma legislação não estabelece um indicador de tolerância para excesso neste caso.

Quando avaliamos o pH dos compostos obtidos nesta pesquisa, todos os tratamentos ficaram com teores próximos à neutralidade, ou levemente alcalinos e acima do mínimo exigido pela legislação brasileira, para classificação como fertilizante orgânico composto.

Os resultados obtidos são corroborados por Fiori *et al.*, (2008), que acompanharam

o pH durante o processo de compostagem de resíduos agroindustriais, incluindo dejetos e resíduos de beneficiamento de grãos, constatando pH 8,0 nos compostos obtidos. Kawatoko (2010), estudando compostagem de lodo gerado em indústria de papel e celulose, constatou resultados que evidenciam ter ocorrido um aumento do pH durante o processo de compostagem, corroborando os valores obtidos neste trabalho. Resultados semelhantes foram encontrados em trabalhos de Yang *et al.* (2008) e Kalamdhad e Kazmi (2009).

Conforme Kiehl (2012), este fato pode ser explicado pela maior concentração do nitrogênio, no início do processo de compostagem, estar em forma orgânica e, no decorrer do processo, transformar-se em nitratos, tornando o material em decomposição com pH mais elevado ainda, pela reação alcalina, característica da transformação da forma de nitrogênio por ações de microrganismos, ou seja, matérias-primas ou massa de compostagem com pH inicial ácido podem produzir compostos orgânicos com pH alcalino, em função da utilização dos ácidos formados como substrato para microrganismos que realizam o processo de humificação.

A capacidade de troca de cátions (CTC) indica a taxa de degradação do material e a capacidade do composto em reter nutrientes, sendo de grande importância para verificar o grau de estabilidade do composto. Isto ocorre porque as substâncias húmicas, que compõem o composto, são coloides eletronegativos com grande superfície específica. Gomes *et al.*, (2018) mencionam que valores de CTC e CTC/C mais elevados, bem como menor relação C/N, apontam também para a maior estabilização da matéria orgânica (maior grau de humificação) do composto.

Dores-Silva *et al.*, (2013) constataram que CTC apresentou uma tendência de aumento após os processos de compostagem, sugerindo que os coloides orgânicos do composto têm uma maior habilidade em adsorver cátions na solução do solo, podendo depois cedê-los ou efetuar trocas, caso ocorra uma concentração de íons diferente ou uma variação de pH.

Comparando-se a média dos tratamentos com o mínimo exigido pela legislação brasileira para registro como condicionador de solos, apenas o tratamento 10, que apresentou média de 189 mmol_c/kg, não atinge o mínimo necessário de 200 mmol_c/kg.

A relação CTC/C também pode ser utilizada para estimar o grau de maturação dos compostos, de forma que quanto maior o valor, mais humificado o composto (Kiehl, 2012). A relação CTC/C pode ser considerada mais apropriada que a relação C/N, para indicar o grau de humificação de materiais orgânicos, pois esta pode ser afetada pela presença de N amoniacal, como o caso do esterco de galinha, fato este também mostrado em estudos como os de Paiva *et al.*, (2013). Neste trabalho, todos os tratamentos obtiveram resultado de relação CTC/C acima de 44, sendo maiores que os de Massukado (2008), Melo *et al.*, (2008) e Guermandi (2015), indicando, desta forma, que os compostos produzidos foram devidamente maturados.

Tratamento	CRA (%)	Umidade (%)	P (%)	K(%)
1	117,3 a	26,0 a	2,62 a	0,94 abc
2	114,4 a	27,3 a	1,13 efg	1,00 ab
3	92,3 b	27,6 a	1,90 abcd	0,97 abc
4	93,6 b	28,1 a	2,05 abc	1,03 a
5	92,1 b	27,0 a	2,40 a	1,00 ab
6	92,0 bc	29,6 a	2,05 abc	0,79 bc
7	94,1 bc	27,0 a	1,44 bcdefg	0,85 abc
8	90,7 bcd	27,1 a	1,34 cdefg	0,93 abc
9	80,8 bcde	28,3 a	2,18 ab	0,88 abc
10	76,9 bcde	27,1 a	0,87 fg	1,05 a
11	73,4 bcde	24,3 a	0,79 g	1,01 ab
12	74,4 cde	26,9 a	1,20 defg	0,75 c
13	79,6 cde	27,7 a	2,06 abc	0,97 abc
14	78,0 de	28,1 a	1,65 bcde	0,83 abc
15	76,4 e	28,6 a	1,55 bcdef	0,99 ab

Tabela 3. Média dos parâmetros agrônômicos capacidade de retenção de água (%), umidade (%), fósforo (%) e potássio (%).

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Turkey ($P > 0,05$).

A capacidade de retenção de água é a porcentagem de absorção de água em relação à massa de um composto orgânico. Quando avaliamos as médias de CRA obtidas neste estudo, os resultados encontrados foram próximos aos constatados por Massukado (2008), Melo *et al.*, (2008), e menores que os obtidos por Guermandi (2015). Segundo Kiehl (2012), conforme o resíduo orgânico vai se decompondo e formando o húmus, a capacidade de retenção de água aumenta, portanto, este parâmetro está interligado à quantidade de matéria orgânica ao final do processo de humificação. A maior CRA observada ocorreu no tratamento 1, que se avaliado em conjunto com o resultado obtido no carbono orgânico, indica que este tratamento obteve o composto melhor humificado.

O decréscimo da umidade na compostagem é um comportamento esperado, pois vários são os fatores que interferem na umidade, principalmente o revolvimento das pilhas e altas temperaturas. Os valores ideais para a umidade final são de 25-35%, como descrito por Kiehl (2012). Nesta pesquisa, a umidade foi o parâmetro analisado que apresentou menor variação e sendo assim todos os tratamentos, que não apresentaram diferença significativa estatisticamente estão dentro dos padrões preestabelecidos, atendendo à legislação brasileira vigente.

Apesar de não possuírem um percentual mínimo exigido na legislação vigente,

avaliou-se também os macronutrientes fósforo (P) e potássio (K). Os resultados mostraram maior presença nos tratamentos 1 e 10 respectivamente. Os resultados sugerem que o pH alcalino favoreceu a adsorção do fósforo às moléculas de cálcio e magnésio, causando sua indisponibilidade temporária, concordando com Tumuhairwe et al. (2009) que verificaram reduções no teor de fósforo durante a compostagem da mistura de resíduos de vegetais e atribuíram tal fato a pouca mobilidade desse macromineral e à formação de complexos insolúveis com o cálcio e o magnésio da matéria orgânica em pH alcalino. Para K, a variabilidade dos resultados pode ser atribuída à lixiviação, uma vez que o K⁺ é muito solúvel e móvel.

Vários autores consideram o resíduo de lodo como baixo K, pois é encontrado predominantemente na forma iônica, que tende a permanecer em solução durante o processo de tratamento de efluentes, sendo recomendada constantemente a complementação química com esse elemento (Simonete *et al.* 2003; Bueno *et al.*, 2011; Guedes *et al.*, 2016;).

Segundo Orrico Junior *et al.* (2012), a lixiviação dos nutrientes pode ocorrer principalmente no final do processo de compostagem, quando grande parte dos nutrientes está na forma solúvel, aumentando a chance de perda. Entretanto, no presente estudo, o fósforo e potássio não foram considerados elementos limitadores, pois as quantidades encontradas podem ser declaradas no momento de registro do produto junto ao MAPA, não havendo um mínimo estipulado para declaração destes nutrientes.

4 | CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos nesta pesquisa, conclui-se o processo de compostagem é uma alternativa viável para o tratamento dos resíduos orgânicos estudados, sendo que, novos estudos podem completar a investigação para definir os melhores percentuais de misturas destes materiais e ainda, os mecanismos que levam à diminuição ou aumento dos elementos químicos analisados, visando a facilitar a produção de compostos capazes de atingir a classificação como fertilizante orgânico composto, em conformidade com a legislação vigente.

Conforme a Instrução Normativa MAPA/SDA 35 de 2006, vigente à época do estudo, os compostos orgânicos obtidos pelo processo de compostagem podem ser classificados como condicionador de solos, incluindo o tratamento 10, conforme limites de tolerância determinados pela legislação brasileira.

REFERÊNCIAS

Bueno J.R.P.; Berton, R.S.; Silveira, A.P.D.; Chiba, M.K.; Andrade, C.A; Maria, I.C. **Atributos químicos e microbiológicos de um latossolo tratado com aplicações sucessivas de lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35: 1461-1470. 2011. DOI: 10.1590/S0100-06832011000400040

Cayuela, M.L., Mondini, C., Insam, H., Sinnico, T., Franke–Whittle, I. Plant and animal wastes composting: **Effects of the N source on process performance**. *Bioresource Technology*, v.100, p.3096-3106, 2009. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.01.027

Cunha Queda, A.C.F. **Dinâmica do azoto durante a compostagem de materiais biológicos putrescíveis**. Tese (Doutorado). Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 257 p. 1999.

Dores-Silva, P.R., Landgraf, M.D., Rezende, M.O.O. **Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem**. *Química Nova*, 36(5), 2013, p.640-645. DOI: 10.1590/S0100-40422013000500005

Estrella-González, M.J.; Jurado, M.M.; Suárez-Estrella, F., López, M.J.; López-González, J.A.; Siles-Castellano, A.; Moreno, J. **Enzymatic profiles associated with the evolution of the lignocellulosic fraction during industrial-scale composting of anthropogenic waste: Comparative analysis**. *Journal of Environmental Management* 248, 2019, p 1-11. DOI:10.1016/j.jenvman.2019.109602

Fiori, M.G.S.; Schoenhals, M.; Follador, F.A.C. **Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia**. *Engenharia Ambiental*, v.5, n.3, p. 178-191, 2008.

Gao, M., Li, B., Yu, a., Liang, F., Yang, F., Sun, Y. **The effect of aeration rate on forced-aeration composting of chicken manure and sawdust**. *Bioresource Technology*, v.101, p.1899-1903, 2010. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.10.027

Gomes, T.C.A., Araújo, J.L.P., Santos, T.A., Melo, P.L.A., Pereira, K.T.O., Costa Junior, J.C.C., Santos, T.C. **Reciclagem de vinhaça via compostagem em larga escala**. *Embrapa CT 218*, 2018 18p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1104282/1/COT218.pdf>

Guedes, M.C.; Andrade, C.A.; Poggiani, F.; Mattiazzo, M.E. **Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:267-280. 2016. DOI: 10.1590/S0100-06832006000200008

Guermandi, J.I. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos fertilizantes orgânicos produzidos pelas técnicas de compostagem e vermicompostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos coletada em estabelecimentos alimentícios de São Carlos/SP**. Dissertação (mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos – USP. 2015. 181 p. DOI:10.11606/D.18.2015.tde-16122015-142245

Kalamdhad, A.S.; Kazmi, A.A. **Rotary drum composting of different organic waste mixtures**. *Waste Management & Research*, v.27, p.129-137, 2009 DOI: 10.1177/0734242X08091865

Kawatoko, I; Rizk, M.C. **Tratamento do lodo gerado na indústria de reciclagem de papel por compostagem**. *Estudos Tecnológicos* 6. 2010. p. 68- 81. DOI: 10.4013/ete.2010.62.02

Kiehl, E.J. **Manual de Compostagem - Maturação e Qualidade do Composto**. Piracicaba, 2012. 6 ed., 171 p.

Li. X., Zhang. R., Pang, Y. Characteristics of dairy manure composting with rice straw. *Bioresource Technology*, v.99, p.367-368, 2008. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.12.009

Massukado, L.M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta para software livre para o gerenciamento municipal de resíduos sólidos domiciliares.** 2008. Tese (Doutorado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP. DOI: 10.11606/T.18.2008.tde-18112008-084858

Melo, L.C.A.; Silva, C.A.; Dias, B.O. **Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, n.1, p.101-110, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214230010>

Orrico Junior, M.A.P.; Orrico, A.C.A; Lucas Junior, J.de; Sampaio, A.A.M.; Fernandes, A.R.M.; Oliveira, E.A. **Compostagem dos dejetos de bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 41, n. 5, p. 1301-1307, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000500030

Paiva, E.C.R., Matos, A.T., Barros, R.T., Costa, T.D.R. **Análise comparativa da adequação da relação C/N e do índice CT / COT como parâmetros da evolução da compostagem.** In: Congresso Brasileiro De Gestão Ambiental, 4., 2013, Salvador. Anais: Salvador: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento

Roman, P., Martinez, M.M.; Pantoja, A. **Farmer's Compost Handbook: Experiences in Latin America.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3388e.pdf>

Russo, M.A.T. **Introdução à compostagem de resíduos sólidos.** Escola Superior de tecnologia e Gestão, Instituto Superior Politécnico de Viana do Castelo, 81 p. 2004.

Sharma, V.K., Canditelli, M., Fortuna, F., Cornacchia, C. **Processing of urban and agroindustrial residues by anaerobic composting: review.** Energy Conversion and Management. v.38, p.453-478, 1997.

Simonete, M.A.; Kiehl, J.C.; Andrade, C.A.; Teixeira, C.F.A. **Efeito do lodo de esgoto em um argissolo e no crescimento e nutrição de milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38:1187-195. 2003. DOI: 10.1590/S0100-204X2003001000008

Souza, A.V.D., Pimenta, A.F., Marques, V.C., Presumido, P.H., Silva, J.S., Betio, M.M., Dal Bosco, T.C., Prates, K.V.M.C. **Pré-compostagem e vermicompostagem de lodo biológico de laticínio.** In: Dal Bosco, T.C. (Org.). **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas.** São Paulo: Ed. Blucher, 2017. 266 p. DOI: 10.5151/9788580392371-06

Tumuhairwe, J.B.; Tenywa, J.S.; Otabbong E.; Ledin, S. **Comparison of four low-technology composting methods for market crop wastes.** Waste Management, v.29, p.2274-2281, 2009. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.03.015

Yang, Y.; Zhang, X.; Yang, Z.; Xi, B.; Liu, H. **Turnover and loss of nitrogenous compounds during composting of food wastes.** Frontiers of Environmental Science & Engineering in China, v.2, p.251-256, 2008. DOI: 10.1007/s11783-008-0042-8

Valente, B.S.; Xavier, E.G., Morselli, T.B.G.A., Jahnke D.S., Brum Jr., B.de S.; Cabrera, B.R.; Moraes, P.de O.; Lopes, D.C.N. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos.** Archivos de Zootecnia, Córdoba, v. 58, n. 1, p. 9-85, abr. 2009.

Wei Y., Wua, D., Weic D., Zhaoa, Y., Wua, J., Xiea, X., Zhanga R., Weia, Z. **Improved lignocellulose-degrading performance during straw composting from diverse sources with actinomycetes inoculation by regulating the key enzyme activities.** *Bioresource Technology* 271, 2019, p. 66–74. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.09.081

ZHU, N. **Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw.** *Bioresource Technology*, v.101, p.222-227, 2007. DOI: 10.1016/j.biortech.2005.12.003

CAPÍTULO 2

SUSTENTABILIDADE NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS E RESÍDUOS FARMACÊUTICOS

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 02/01/2021

Sabina Maria da Silva Batista

Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO
Fortaleza – CE
<http://lattes.cnpq.br/5252801133186069>

Daniel Gustavo Luiz Felício

Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO
Fortaleza – CE
<http://lattes.cnpq.br/4276450606283199>

Francisco Angelim de Sousa

Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO
Fortaleza – CE
<http://lattes.cnpq.br/4498383269558802>

Jales Cavalcante de Freitas

Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO
Fortaleza – CE
<http://lattes.cnpq.br/2263106391710489>

RESUMO: O descarte de medicamentos e resíduos farmacêuticos são assuntos que envolvem questões sanitárias e de saúde pública, tendo em vista que se realizado de maneira inadequada causam riscos ao meio ambiente e a saúde da população. Este trabalho busca orientar o descarte correto de medicamentos e resíduos farmacêuticos. Foi elaborado um folder educativo, que orienta quanto ao descarte adequado desses materiais, como também de outros resíduos médico-hospitalares e biológicos. Esse material foi elaborado conforme orientação

de descarte da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e do Conselho Federal de Farmácia (CFF). A importância do descarte adequado proporciona uma melhor qualidade de vida para a população, garantindo assim um futuro melhor para todos.

PALAVRAS-CHAVE: Medicamentos; Descarte; Resíduos.

SUSTAINABILITY IN DISPOSAL OF DRUGS AND PHARMACEUTICAL WASTE

ABSTRACT: Disposal of medicines and pharmaceutical residues are matters that involve sanitary and public health issues, given that it is carried out inappropriately, causing risks to the environment and the health of the population. This work in search of guidance for the correct disposal of medicines and pharmaceutical residues. An educational folder was prepared, which guides the proper disposal of these materials, as well as other medical, hospital, and biological waste. This material was prepared according to the disposal guidelines of the National Health Surveillance Agency (ANVISA) and the Federal Pharmacy Council (CFF). The importance of proper disposal offers a better quality of life for the population, thus guaranteeing a better future for everyone.

KEYWORDS: Medicines; Disposal; Waste.

1 | INTRODUÇÃO

O destino final dos resíduos de origem farmacêutica é um assunto que envolve a saúde pública, uma vez que os inúmeros tipos de moléculas farmacológicas de medicamentos um

dia irão ser descartados sem um destino adequado, não recebendo um correto tratamento, culminando na contaminação do meio ambiente, de modo que rios, lagoas, lençóis freáticos e o próprio solo ficarão deveras prejudicado. Aqui no Brasil, os órgãos que regulam o descarte de medicamentos e resíduos farmacêuticos são o Ministério da Saúde (MS) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Apesar da atuação desses órgãos, o modo incorreto de descarte continua ocorrendo; mais e mais resíduos farmacêuticos se acumulam nos lixos e esgotos.

2 | OBJETIVOS

Explicar o correto descarte dos resíduos farmacêuticos e medicamentos, a importância do manejo adequado desses resíduos e como prevenir a contaminação do meio ambiente pela realização do descarte correto dos mesmos, através do desenvolvimento de um material educativo: folder.

3 | MÉTODOS

Foi criado um folder (ANEXO A) de modo a demonstrar as devidas informações para o processo do correto descarte de resíduos biológicos. O folder consiste em uma descrição do que são resíduos farmacêuticos e medicamentos, o que ocorre quando se faz um descarte incorreto de tais resíduos ou medicamentos, como realizar esse correto descarte e a importância do descarte feito de modo eficaz. Também é descrito o descarte de equipamentos de proteção individual, secreções, sangue e substâncias químicas manipuladas, pois também são resíduos.

4 | RESULTADOS

A produção do folder seguiu as informações obtidas pelo site da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Conselho Federal de Farmácia (CFF) que dispõem artigos e tratados sobre o uso e o descarte de medicamentos e resíduos farmacêuticos, mostrando a importância desse cuidado para com o meio ambiente e os possíveis danos caso as normas e recomendações de descarte sejam negligenciadas.

5 | CONCLUSÃO

A importância de um correto descarte de resíduos farmacêuticos e medicamentos proporciona uma melhor qualidade de vida, já que o meio ambiente não estará contaminado. Um dos desafios encontrados hoje é a pretensão de diminuir o impacto ecológico e a deterioração do meio ambiente. O descarte inadequado de resíduos farmacêuticos e de medicamentos, pode ocasionar diversas mudanças negativas no meio ambiente e por fim, ao ser humano, que faz uso da natureza. É preciso cuidar dela para que possamos cuidar

de nossa saúde.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – **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, 29 de março de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – **RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União, 10 de dezembro de 2004.

NOVELINI, LK; G-D, ALS. **Descarte de medicamentos: desenvolvimento de uma cartilha para conscientização da população**. Revista Científica, v. 1, n. 1, 2018.

ANEXOS

ANEXO A – FOLDER



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RDC Nº222, de 28 de março de 2018. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3427425/RDC_222_2018_.pdf/c5d3081d-b331-4626-8448-c9aa426ec410
Acessado em: 10/08/2019
- RDC Nº306, de 7 de dezembro de 2004. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html
Acessado em: 10/08/2019
- Lindiani Katlen NOVELINI, Ana Lívia Silva GALBIATTI-DIAS. Descarte de medicamentos: desenvolvimento de uma cartilha para conscientização da população. Disponível em: <http://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/download/93/73>
Acessado em: 10/08/2019

LOCAL DE MEDICAMENTO NÃO É NO LIXO!

O DESCARTE INTELIGENTE E CORRETO DE MEDICAMENTOS FAZ TODA A DIFERENÇA NO MUNDO!!!

DEPOSITE AQUI SEUS MEDICAMENTOS VENCIDOS

Descarte INTELIGENTE

Veja como não deixar esse obstáculo. O mais inteligente vai.

SUSTENTABILIDADE NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS E RESÍDUOS FARMACÊUTICOS

EQUIPE: Andressa Araújo
Daniel Gustavo
Francisco Angelim
Jales Cavalcante
Sabina Maria

PROFESSORES: Andréa Bessa
Pedro Aurio

Unifametro
Formar para Transformar

Você sabe o impacto causado no descarte incorreto de medicamentos e resíduos farmacêuticos no meio ambiente?

POSSO DESCARTAR MEDICAMENTO NO LIXO COMUM?

Se você tem costume de jogar medicamentos no lixo comum, na privada ou na pia, saiba que você está fazendo o descarte incorreto de tais medicamentos, além de prejudicar o meio ambiente e os seres vivos que nele vivem.

Devido a esse descarte incorreto de medicamentos, é possível que ocorra a contaminação de lençóis freáticos, rios, mares, o solo, a flora, a atmosfera, seres humanos, animais e assim causando um grande desastre ecológico.

Cadeia NÃO-ECOLÓGICA do descarte de medicamentos Descarte doméstico de medicamentos pelo esgoto e lixo comum



Outra grande preocupação é o descarte em locais de lixo comum onde qualquer pessoa pode vim e pegar e utilizar o medicamento sem nenhuma indicação, estabilidade ou segurança levando a reações adversas, agravos de problemas de saúde, intoxicação e até a morte.



Fator importante e de alerta é o surgimento de superbactérias devido a esses medicamentos expostos e o uso inapropriado e sem medida da população.

Devido a esse descontrole no uso de medicamentos, as bactérias ficam cada vez mais super-resistentes a antibióticos levando à ineficiência dos mesmos, o que acaba pondo em risco à vida e a saúde da população. Então é necessário ter o controle do descarte de tais medicamentos, além de informar e conscientizar a população sobre o descarte correto.

E COMO É FEITO O DESCARTE DE FORMA CORRETA?

O descarte correto de medicamentos é realizado ao ir em uma farmácia, posto ou unidade básica de saúde que receba medicamentos e lá os entregando, também é possível entregá-los na vigilância sanitária caso não tenha nenhuma unidade que os receba. Os medicamentos devem ser entregues em suas embalagens originais e bem fechados, além de que devem ser levados remédios que, principalmente, estejam em desuso e/ou vencidos.

Geralmente os resíduos de medicamentos, as embalagens, os objetos usados para ministrá-los têm como destino final a incineração ou são levados para aterros industriais, dependendo do procedimento adotado em cada município.



E POR QUÊ NÃO OCORRE O DESCARTE CORRETO DE MEDICAMENTOS?

Falta de informação. Boa parte da população não sabe ou desconhece como é feito ou onde é feito o descarte correto de produtos medicamentosos.

Falta de locais para receberem os remédios. Existem muitas farmácias, unidades de saúde e etc., mas os que recebem os medicamentos são pouquíssimos levando a população a crer que não há um descarte e nem locais adequados.

Falta de incentivo do governo e outras organizações para manter o bem-estar do meio ambiente, além de não incluir mais unidades de saúde que recebam os medicamentos.

E O DESCARTE DE UTENSÍLIOS COM RESÍDUOS FARMACÊUTICOS?

É muito comum para farmacêuticos e outro profissionais da saúde utilizarem materiais como luvas, gorros, máscaras, papel toalha e outros instrumentos como vidrarias, seringas que os ajudam a realizar suas tarefas cotidianas como manipular um medicamento por exemplo, até aí tudo bem, mas será que o descarte desses utensílios não prejudica o meio ambiente?



Sem dúvida que os utensílios e equipamentos descartáveis também podem contaminar o meio ambiente e os seres vivos, é por isso que eles também têm seu descarte adequado, principalmente, se estiverem contaminados com sangue, microorganismos, substâncias químicas e etc.

VIDRARIAS E UTENSÍLIOS SUJOS POR SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Nunca jogar substâncias químicas pelo ralo, sempre guardar a substância em recipiente adequado, identificado, original e vedado, enviando para unidade de descarte adequada que por sua vez mandará para a incineração. As vidrarias podem ser reutilizadas depois da devida lavagem e secagem.

SERINGAS, AGULHAS E PERFUCORTANTES

Devem ser guardados em recipientes adequados como coletores perfurocortantes, garrafas pets, recipientes de vidro e levados à unidade de saúde mais próxima, onde será feito o descarte adequado.



UTENSÍLIOS CONTAMINADOS POR MICROORGANISMOS, SECREÇÕES E SANGUE

Utensílios de laboratório, de hospitais, clínicas, farmácias e postos como: tubos de ensaio, pipeta, pinças, garras, proveta, as placas de Petri, lâminas, Erlenmeyer, gases, algodão, restos corpóreos, bolsa coletora, sondas e materiais sujos de sangue devem passar pela autoclave sendo submetidos ao vapor sob alta pressão e alta temperatura.

A combinação de alta pressão, temperatura e vapor eliminam os microorganismos tornando-os resíduos comuns sem risco a saúde. Em seguida, podem ser descartados em sacos ou recipientes adequados como infectantes ou lixo comum.



OUTROS UTENSÍLIOS: GORROS, LUVAS, PAPEIS MÁSCARAS E ETC.

Caso não estejam contaminados por substâncias químicas, sangue e outras substâncias, podem ser descartados em lixo comum ou enviados para reciclagem. Caso estejam, é necessário colocá-los em sacolas ou recipientes de lixo químico, radioativos ou infectante todos bem identificados de acordo com sua classificação podendo passar por tratamento prévio para que sejam levados para a incineração ou descarte adequado.

CAPÍTULO 3

CROMATOGRAFIA CONFIRMA VIABILIDADE ECONÔMICA DA EXPLORAÇÃO DE BIOGÁS GERADAS NO ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS TO

Data de aceite: 01/04/2021

João Evangelista Marques Soares

EGP-IVM
Palmas - TO

Marcel Sousa Marques

UFT
Palmas - TO

Marcelo Mendes Pedroza

IFTO
Palmas - TO

Aurélio Pêssoa Picanço

UFT
Palmas - TO

Antonio Adeluzio Gomes de Azevedo

UFT
Palmas – TO

Apresentado no Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC Palmas/TO – Brasil - 17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e aproveitamento energético do biogás produzido pelo Aterro Sanitário de Palmas – TO, por meio do modelo LANDGEM, este, proposto pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2001). Assim, conforme desenvolvimento do presente estudo, torna-se possível abastecer cerca de 3.251 residências com energia elétrica gerada pelo

biogás, transmitindo assim, na real viabilidade do aproveitamento energético do biogás gerado pelo Aterro Sanitário de Palmas, Tocantins.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás, Energias Renováveis, Aterro Sanitário de Palmas - TO.

CHROMATOGRAPHY CONFIRMS ECONOMIC VIABILITY EXPLORATION THE BIOGAS GENERATED AT SANITARY LANDFILL OF PALMAS TO

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the production and energy utilization of the biogas produced by the Landfill of Palmas - TO, using the LANDGEM model, proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2001). Thus, according to the development of the present study, it is possible to supply about 3,251 residences with electricity generated by biogas, thus transmitting, in the real viability of the energetic use of the biogas generated by the Palmas - TO Sanitary Landfill.

KEYWORDS: Biogas, Renewable Energies, landfill of Palmas – TO.

INTRODUÇÃO

A crescente urbanização assistida no Brasil nos últimos anos, tem contribuído para o agravamento dos conflitos socioambientais referentes ao uso e ocupação dos bens naturais de forma inadequada (MARQUES, 2016). A produção exacerbada de RSU, resultantes do processo de consumo desenfreado, assim como, no estilo de criação de produtos com

baixo ciclo de vida, tem contribuído negativamente para a criação de áreas de descarte inadequado dos RSU, depreciando ambientalmente a área de influência direta desse descarte, e desvalorizando financeiramente e paisagisticamente o local de descarte inadequado (LOPES, 2007; MARQUES E AZEVEDO, 2018).

A degradação física e biológica desses resíduos, além de proporcionarem a proliferação de odores, também apresentam como subproduto, emissões de gases atmosféricos, em especial o CH₄, correspondendo valores superiores a 60% de concentração nessa mistura gasosa (AGEITEC, 2018).

O aproveitamento ambiental e energético do biogás produzido em Aterros Sanitários, além de contribuir para a redução das emissões atmosféricas em Aterros de RSU, também contribui para a diminuição do aquecimento global, uma vez que o CH₄ presente na mistura gasosa é cerca de 21 vezes mais poluente que o CO₂ (IPCC, 2007).

O aproveitamento ambiental do biogás, produzido por Aterros Sanitários, além de contribuir para a diversificação da matriz energética brasileira, também reduz significativamente a dispersão de poluentes atmosféricos gerados pelos Aterros Sanitários, contribuindo para o franco desenvolvimento de um modelo energético sustentável, e possibilitando que um combustível antes descartado, sem nenhum aproveitamento energético, seja aproveitado para a geração de potencial elétrico (MACIEL, 2009).

Os estudos referentes ao aproveitamento de biogás provenientes de Aterros Sanitários são vistos como um desafio ainda a ser vencido no Brasil, uma vez que os projetos existentes, são desenvolvidos conforme tecnologias internacionais, onde, os parâmetros técnicos necessários para a sua execução não condizem com as características de projeto, operacionais e dos resíduos dispostos nos Aterros brasileiros, inviabilizando assim, a sua execução (MACIEL, 2009).

Assim, o estudo do aproveitamento energético do biogás gerado pelo Aterro Sanitário de Palmas - TO, mostra-se como uma importante alternativa de aproveitamento energético do biogás proveniente do Aterro Sanitário, como fonte de geração sustentável de energia elétrica, a partir de uma matriz energética em franco desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Aterro Sanitário do município de Palmas – TO, localizado a aproximadamente a 26 km do centro administrativo do município, onde, segundo informações repassadas pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos do município de Palmas - TO, conta com uma área de aproximadamente 92.914 hectares onde são destinados Resíduos Sólidos Urbanos produzidos no município.

Para a análise da estimativa do crescimento populacional do município de Palmas, foram utilizados dados dos Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), em conjunto com dados disponibilizados pelo Plano Municipal de

Saneamento Básico de Palmas (PALMAS, 2014).

O método utilizado para a projeção populacional do município, foi a de Taxas Geométricas de Crescimento Anual (TGCA), devido a característica intrínseca do município em não crescer conforme as características comuns das demais capitais brasileiras.

Assim, a partir da evolução da população urbana do município de Palmas, atendida pelos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos urbanos, foi possível estimar-se a evolução da população efetivamente atendida pelos programas de saneamento urbano municipais, num horizonte de projeto de 25 anos, conforme a capacidade da vida útil do Aterro Sanitário de Palmas.

Para a elaboração da estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos para o município de Palmas – TO, uma projeção de 25 anos da vida útil do Aterro Sanitário foi adotada, conforme horizonte de projeto demonstrado pelo Plano Municipal de Saneamento Básico do Município (PALMAS, 2014), abrangendo uma coleta de 100% (cem por cento) dos resíduos produzidos pelos habitantes do município.

Para a elaboração do índice per capita de geração de RSU, foi adotado o valor disponibilizado pelo último Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2015, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2016), de cerca de 1,071 kg/hab./dia.

De posse dos dados da estimativa populacional para o município de Palmas – TO, em conjunto com o índice de geração de resíduos, tornou-se possível a obtenção do prognóstico da quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados no município, considerando um incremento adicional de 1% no índice de geração de resíduos, em relação ao seu ano anterior.

Para a mensuração da estimativa teórica da geração de biogás no Aterro Sanitário de Palmas - TO foi utilizado o modelo LANDGEM, modelo este, proposto pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2001), estabelecendo a seguinte Equação 1 para a geração de metano no Aterro em cada ano amostral estudado:

$$QCH4i = (\text{PopUrb} \times \text{Taxa RSU} \times \text{RSDf} \times L0 - R) \times (1 - OX) \text{ Onde:}$$

QCH4 = quantidade de metano emitido [CH4/ano]; i = ano amostral estudado;

PopUrb = número de habitantes residentes na área urbana [habitantes]; Taxa RSU= resíduos sólidos urbanos gerados [ton/hab.ano];

RSDf = fração dos resíduos que é coletada e depositada no Aterro Sanitário [%]; L0= potencial de geração de metano dos resíduos [ton.CH4/ton.rsu];

R = metano que é captado e aproveitado [ton.CH4/ano];

OX = fator de oxidação do metano na superfície do Aterro Sanitário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1, demonstra o resultado da estimativa da geração dos principais gases

presentes na mistura do biogás por meio da modelagem ambiental pelo software LandGEM. Os valores descritos no gráfico, representam a estimativa da geração de cada gás produzido pela degradação da matéria orgânica confinada no interior do maciço de resíduos, podendo ser alterada de acordo com a operação cotidiana das rotinas de acomodação final da massa de resíduos nas células operantes no Aterro.

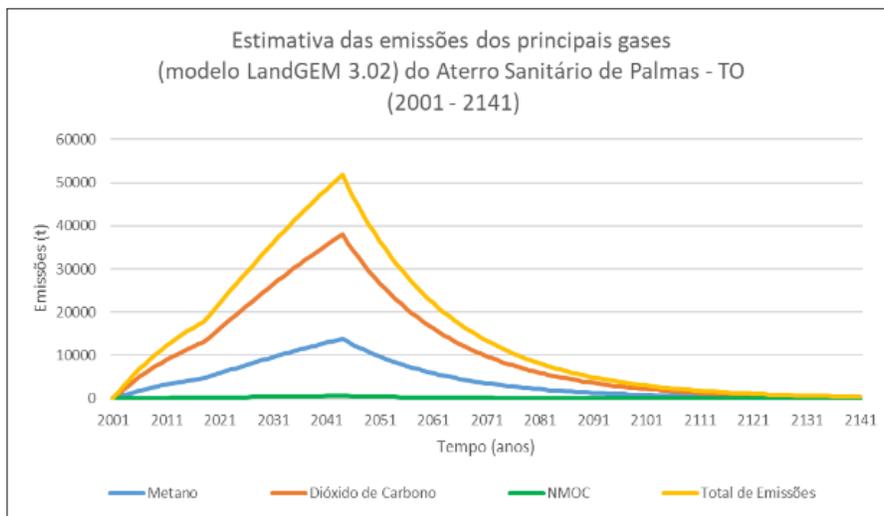


Figura 1. Gráfico da estimativa das emissões dos principais gases (modelo LandGEM 3.02) do Aterro Sanitário de Palmas – TO (2001 – 2141).

Fonte: IBGE.

De acordo com os dados apresentados pela Figura 1, a geração máxima de biogás produzida no Aterro se dá no ano de 2044, ano este, que representa o primeiro ano após encerramento da descarga da matéria orgânica na célula do Aterro, com uma produção de cerca de 13.834,08 toneladas de metano, 37.957,48 toneladas de dióxido de carbono, 594,62 toneladas de NMOC (compostos orgânicos não metálicos).

Ainda, de acordo com os dados apresentados pela Figura 1, no ano de 2141 a geração de emissões atmosféricas pelo Aterro Sanitário de Palmas – TO será ínfima, resultante da falta de nutrientes e matéria orgânica carbonácea disponível no interior do maciço de resíduos, para a reação dos microrganismos estabilizadores da matéria orgânica e das cepas metanogênicas.

Na falta de dados concretos acerca da quantidade de resíduos sólidos urbanos dispostos no Aterro Sanitário de Palmas – TO, desde o início de sua operação em meados do ano de 2001, foi considerado que o mesmo recebia cerca de 150 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos até o ano de 2018, ano este, que está sendo considerado como

ano norteador para a estimativa do aproveitamento energético do biogás gerado pelo Aterro Sanitário em estudo.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos durante a caracterização das amostras de biogás coletadas no Aterro Sanitário de Palmas, Tocantins. O principal constituinte foi o metano com um teor médio de 55,3 % em termos de abundância relativa na mistura gasosa. Os valores encontrados para os dois principais constituintes (CH₄ e CO₂) nas amostras coletadas no Aterro Sanitário de Palmas estão bem próximos dos dados experimentais obtidos por Silva (2010) e Souza-Filho (2016) para biogás de aterros sanitários.

Componentes	Quantidade (%)				
	Aterro Sanitário de Palmas (⁽¹⁾)			Outros autores	
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Silva (2010)	Souza-Filho (2016)
CH ₄	51	55	60	50 – 75	57
CO ₂	49	45	40	25 – 40	42,9
CO	-	-	-	0 – 0,1	-
H ₂ S	-	-	-	0,1 – 0,5	-
H ₂	-	-	-	1 – 3	-
NH ₃	-	-	-	0,1 – 0,5	-
N ₂	-	-	-	0,5 – 2,5	-
O ₂	-	-	-	0,1 – 1	0,1

(⁽¹⁾) valores obtidos em termos de concentração relativa entre os dois principais constituintes

Tabela1. Principais constituintes de amostras de biogás – do Aterro Sanitário de Palmas – Tocantins

Biometano (CH₄) é um gás oriundo do biogás, sendo obtido através da retirada de vapor de água, gás carbônico, sulfeto de hidrogênio e tem alto poder de combustão. Como combustível automotivo tem comportamento semelhante ao GNV (Gás Natural Veicular).

Para a modelagem matemática da equivalência energética do biogás gerado no Aterro Sanitário de Palmas – TO, foram utilizados os dados referentes ao motogerador LANDSET, que segundo informações do fabricante, possui uma eficiência de conversão elétrica de 28%, gerando uma potência de 200 kW em cada módulo operante a ser instalado (BRASMETANO, 2018).

Assim, a partir do cálculo da potência gerada pelo motogerador, tornou-se possível obter a vazão mínima de aproximadamente 134 m³/h, para abastecer um motogerador com potência de 200 kW.

Segundo Figueiredo (2007), a eficiência da coleta do biogás é de aproximadamente 75%. Entretanto, a maioria dos cálculos de equivalência energética para biogás de Aterros Sanitários, consideram que 100% (cem por cento) do biogás coletado é direcionado para o sistema de distribuição, tratamento e aproveitamento energético, sendo assim, impossível de considerar-se uma alta eficiência devido as perdas inerentes ao processo.

O funcionamento do conjunto motogerador LANDSET, proporciona a geração de 200 kw de energia elétrica, se o conjunto operar de forma ininterrupta em todo mês, sendo possível gerar 432 MW de energia elétrica mensais com a produção atual de biogás gerado pelo Aterro Sanitário de Palmas – TO.

Segundo dados disponibilizados pelo último Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2017 – ano base 2016, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017), o consumo médio mensal de energia elétrica domiciliar no Brasil foi de 132,872 kWh. Assim, com base nos valores de energia elétrica a ser gerada pelo Aterro Sanitário de Palmas, torna-se possível abastecer cerca de 3251 residências, com a geração de biogás atual no Aterro.

CONCLUSÃO

A partir da modelagem ambiental do método de estimativa de geração de biogás para Aterros de Resíduos Sólidos, disponibilizado pelo IPCC (2001), pode-se concluir que o município de Palmas – TO, possui uma considerável geração de biogás em seu Aterro Sanitário, conforme demonstrado na análise de cromatografia com teor de 55,3% de metano, pelo presente estudo.

Assim, conforme a modelagem da produção de biogás e a sua subsequente conversão em energia elétrica, com a geração atual de biogás do Aterro Sanitário de Palmas – TO, torna-se possível abastecer cerca de 3.251 residências com a produção atual de biogás gerado pelo Aterro, conforme demonstrado pela execução do presente trabalho, transmitindo assim, na real viabilidade do aproveitamento energético do biogás gerado pelo Aterro Sanitário de Palmas – TO.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015, 2016. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm>. Acesso em: 01 Novembro 2016.

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2018. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 26 nov 2018.

AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn102wx5eo0sa_wqe3qf9d0sy.html>. Acesso em: 19 jun 2018.

BRASMETANO. BRASMETANO (Bioenergia + Sustentabilidade). Motogeradores a Biogás, 2018. Disponível em: <http://www.brasmetano.com.br/equipamentos/geradores_energina_biogas.php?lang=ptbr>. Acesso em: 31 out 2018.

MARQUES, M. S. Qualidade ambiental e estudo da produção e aproveitamento energético do biogás produzido pelo aterro sanitário de Palmas – TO. 2018. 129f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Palmas, 2018.

FIGUEIREDO, N. J. V. D. UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS DE ATERRO SANITÁRIO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E ILUMINAÇÃO A GÁS – ESTUDO DE CASO. São Paulo: Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica), Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2007. Disponível em: <<http://143.107.4.241/download/publicacoes/Natalie.pdf>>. Acesso em: 30 jul 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Palmas - TO, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/panorama>>. Acesso em: 27 jul 2018.

IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Genebra: International Panel on Climate Change, 2001. Disponível em: <<https://planning.lacity.org/eir/CrossroadsHwd/deir/files/references/C28.pdf>>. Acesso em: 02 jul 2018.

IPCC. Mudança do Clima 2007: Mitigação da Mudança do Clima. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Genebra, p. 42. 2007.

LOPES, A. A. Estudo da gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos na bacia Tietê-Jacaré (UGRHI-13). São Carlos - SP: Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-04032008-125517/publico/Tese_AdrianaAntunesLopes.pdf>. Acesso em: 08 fev 2018.

MACIEL, F. J. Geração de biogás e energia em aterro experimental de resíduos sólidos urbanos. Recife: Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5213>>. Acesso em: 19 jun 2018.

MARQUES, M. S. Diagnóstico ambiental, avaliação estrutural e operacional da área de disposição final dos resíduos sólidos urbanos em Rio Verde - GO. Rio Verde: Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2016.

MARQUES, J. E. S.; AZEVEDO, A. A. G. O que faço com meu lixo? Resíduos Sólidos da geração ao destino final. 1. ed. Goiânia: KELPS, 2018.

GERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DA LIBERAÇÃO DE GASES DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 15/01/2021

Bruno Martins Ferreira

Etec de Suzano
Suzano – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4547019278450459>

Cesar Tatari

Universidade Camilo Castelo Branco
Ferraz de Vasconcelos – São Paulo

Felipe Batista Amaral

Etec de Suzano
Suzano – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8998375380599447>

Gustavo Gonçalves Evangelista

Etec de Suzano
Suzano – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7846661447461538>

RESUMO: O vigente trabalho busca possibilitar a geração de energia através da liberação de gases da produção de carvão vegetal. Onde o objetivo é produzir energia limpa e de baixo custo, possibilitando a acessibilidade da mesma para comunidades carentes, além de diminuir emissão de gases que são poluentes atmosféricos, levantando questões socioambientais, como o desflorestamento de biomas brasileiros, a carbonização clandestina da madeira, a exploração de mão de obra escrava e outras. Abordando de forma específica, o projeto estudará os gases que são liberados

com a pirólise controlada da madeira, visando quantificar a saída desses gases para calcular a eficiência energética e a partir dos dados obtidos, será montado o sistema de conversão da energia desse vapor em energia elétrica, mantendo a produção do carvão vegetal na ativa e acabando com seu subproduto, os poluentes atmosféricos. As análises se mostram ser de grande importância também para poder trabalhar com hipótese da energia produzida poder ou não ser utilizada em larga escala.

PALAVRAS-CHAVE: Carvão. Desflorestamento. Energia. Gases poluentes.

ENERGY GENERATION THROUGH GAS RELEASE OF CHARCOAL PRODUCTION

ABSTRACT: The Project seeks to enable the generation of energy through the release of gases from the production of charcoal. Where the objective is to produce clean and low-cost energy, making it accessible to underprivileged communities, in addition to reducing the emission of gases that are atmospheric pollutants, raising socio environmental issues, such as the deforestation of Brazilian biomes, the clandestine carbonization of wood, the exploitation of slave labor and others. Approaching in a specific way, the project will study the gases that are released with controlled wood pyrolysis, aiming to quantify the output of these gases to calculate the energy efficiency and from the data obtained, the system for converting the energy of this steam into energy will be set up electricity, keeping the production of charcoal active and ending its by-product, air pollutants. The analyzes prove to be of great importance also to be able to work

with the hypothesis of the produced energy may or may not be used on a large scale.

KEYWORDS: Charcoal. Deforestation. Energy. Polluting gases.

INTRODUÇÃO

Atualmente, segundo dados divulgados pela FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) o Brasil é o maior produtor mundial de carvão vegetal, chegando a produzir cerca de 5,2 milhões de toneladas no ano de 2017, esse carvão é utilizado principalmente para obtenção de ferro gusa, matéria prima básica para a produção do aço. A produção está concentrada no estado de Minas Gerais, que possui a maior área plantada com florestas de eucalipto. Por possuir a possibilidade fazer reflorestamento como forma de compensação para a poluição que causa, o carvão vegetal é considerado por muitos como uma alternativa para o Coque (combustível derivado da hulha (carvão betuminoso), também utilizado para produção do ferro gusa), mas o carvão vegetal também é causador dos chamados de desertos verdes, que são grandes áreas cobertas por vegetação plantada de forma não natural pelo homem. Esses desertos são vistos com maus olhos pelos ambientalistas que defendem a ideia de que essas monoculturas deterioram o solo, além do fato de que esses “ecossistemas” não são capazes de abrigar comunidade de animais assim como outras formas de vida.

Apesar de boa parte do carvão vegetal ser produzidos com madeira de florestas plantadas, a maior parte é obtida a partir de vegetação nativa como consta no relatório “Combate à devastação ambiental e trabalho escravo na produção do ferro e do aço”, que tem como afirmativa:

É colocado em xeque pela realidade do desmatamento e exploração degradante do trabalho que marca parte considerável da produção de carvão vegetal no Brasil (...) basta citar que atualmente cerca de 60% do carvão vegetal feito aqui é proveniente de florestas nativas. Além disso, há destruição ambiental e ocorrência de trabalho análogo à escravidão mesmo nos casos das chamadas ‘florestas plantadas’, que os movimentos sociais preferem denominar de ‘desertos verdes. Repórter Brasil (2011 apud Instituto Ethos, 2012, p. 9-10).

Como citado no trecho, embora existam as florestas plantadas, a maior parte da madeira utilizada no processo da produção do carvão é oriunda de florestas nativas, com o agravante do trabalho escravo que é utilizado como forma de baratear os custos. Dentre as atrocidades as quais os trabalhadores são submetidos durante todo o processo, podem ser citadas: a exposição a gases tóxicos, fuligens, pó, cinzas e altas temperaturas (Canettieri *et al*, 2013), todos esses riscos são devido a pratica de corte de madeira, abastecimento de fornos e outras atividades que são realizadas sem a correta utilização de EPI’s (equipamento de proteção individual) que não são oferecidos pelos seus empregadores. Todas as exposições apresentadas podem ocasionar problemas graves aos empregados como, por

exemplo, desidratação, queimaduras, lesões musculares, problemas respiratórios, lesões diversas e outros, tudo isso sem ao menos possuírem carteira assinada, o que configura condições análogas a escravidão.

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) possui algumas formas de combate a escravidão no Brasil, dentre elas, uma das mais eficientes é o Cadastro de Empregadores flagrados utilizando mão de obra em condições análogas à escravidão, mais conhecido com “lista suja”, que é um cadastro onde empregadores que são acusados de utilizar mão de obra escrava como força de trabalho acabam tendo seus nomes registrados, sendo obrigados a pagar multas e são fiscalizados durante dois anos pelo MTE, até q seus nomes sejam retirados da lista. A base de dados já contou com 21 nomes de empregadores ligados a carvoaria simultaneamente, no qual 20 desses atuavam em vegetação nativa.

Apesar de todos os problemas que envolvem essa fonte energética, sua produção é relativamente simples, ocorre através da carbonização (ou pirólise controlada) diante da combustão parcial da madeira, com pouco oxigênio, gerando o carvão vegetal, de alto teor de carbono fixo. O controle de entrada de ar no sistema, aliado à qualidade da matéria prima, notadamente à sua umidade, exerce um papel fundamental na eficiência da obtenção do produto final e na quantidade de gases que são emitidos.

Dentre os gases liberados na produção de carvão vegetal, podem ser citados os gases não condensáveis que são constituídos por CO₂ (62,0%), CO (34,0%), Etano (0,13%), Metano (2,43%) e Hidrogênio (0,63%), mas o que são os gases não condensáveis? Eles são gases que não podem se liquefazer na faixa de temperatura e pressão utilizados no processo de esterilização por vapor saturado.

EMBASAMENTO TEÓRICO

O Brasil é o maior produtor de carvão mineral do mundo e sua produção provoca a liberação de gases prejudiciais ao meio ambiente na natureza sendo desperdiçados mesmo podendo ter utilidade, reutilizar essa fonte de energia pouco explorada na sociedade atual.

As ODS são os objetivos de Desenvolvimento Sustentável que somados tornam-se 17, esses objetivos estão presentes na Agenda 2030 e essa agenda é um plano global que foi feito em uma reunião na sede da ONU em Nova York em 2015 que reuniu líderes mundiais para elaborar este plano de ação para a erradicação da pobreza, proteção do planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e prosperidade. (Plataforma Agenda 2030)

Tanto as ODS quanto a Agenda 2030 afirmam que são necessárias ações urgentes para conservação ambiental e para alcançar a sustentabilidade, as ODS são tarefas cujo países devem cumprir até o ano de 2030.

O projeto em si aborda as ODS 3 Saúde e Bem-estar; 7 Energia Acessível e Limpa; 9 Indústria, inovação e Infraestrutura; 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis e pôr fim a

ODS número 13, combate as Alterações Climáticas.

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3

Diminuindo os gases poluente provenientes da queima do carvão, promoveria menor poluição atmosférica, que as pessoas inalam, sendo assim, resultaria em uma melhor saúde e bem-estar.

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7

Como o projeto visa fazer um motor que gere energia, e o combustível emite gases que são a força do motor, está fazendo feita uma energia limpa e acessível a população em geral, que ainda ajuda a diminuir os gases que já são emitidos.

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9

No que tange a ODS de número 9, ela está conectada com até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades. O trabalho se encaixa perfeitamente na ideia da ODS citada.

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11

Na parte de cidades e comunidades sustentáveis, se o projeto conseguir alcançar a abrangência pensada na ideia original, que seria expandir para a distribuição ao entorno de uma fábrica de carvão e comunidades carentes, com esse pensamento ele iria reutilizar aquilo que seria descartável para gerar energia, fundindo assim o social, com o econômico e o lado ambiental, logo, sustentável.

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13

Dentre os gases liberados na produção de carvão vegetal, podem ser citados os gases não condensáveis que são constituídos por CO₂ (62,0%), CO (34,0%), Etano (0,13%), Metano (2,43%) e Hidrogênio (0,63%), esses gases estão diretamente relacionados com o aquecimento global, e por consequência também a alterações climáticas, então o projeto utiliza eles para dar pressão a máquina, assim trabalhando com a ODS de número 13.

UTILIZAÇÃO DO EUCALIPO COMO MATÉRIA PRIMA PARA O CARVÃO

O Eucalipto é um nome usado para se referir as árvores da família Myrtaceae (Myrtaceae é uma família de plantas com flor (angiospérmicas) incluída na ordem Myrtales do clado das Eudicotyledoneae, que agrupa 132 gêneros (25 monoespecíficos) e mais de 5950 espécies validamente descritas (das mais de 14000 descritas)). Ele é uma planta nativa da Oceania, mais precisamente da Austrália, onde é a espécie dominante do local.

A sua copa possui folhagem persistente, cujas folhas são cobertas por glândulas que segregam óleo e, quando jovens, são opostas, entre arredondadas e ovais.

Com um ou dois anos de crescimento, essas folhas passam a apresentar uma nova forma, alternando entre lanceoladas e falciformes, estreitas e pendidas a partir de longos e recém-surgidos pecíolos, isso ocorre na maioria das espécies de eucalipto. Um fato curioso relacionado à folhagem do eucalipto é que, enquanto as folhas adultas não surgirem, essas árvores não florescerão.

OS DESERTOS DE TONALIDADE VERDE

Infelizmente, a plantação dessa espécie, não traz apenas pontos positivos para a população, as florestas plantadas pelas indústrias de papel e celulose (com eucaliptos e pinus), são as responsáveis na maioria, pelos desertos verdes, além de extensas plantações de cana e soja.

Não há uma extensão mínima para determinar um deserto verde, mas o que os ambientalistas defendem é que essas monoculturas deterioram o solo. Além do mais, esses ecossistemas não seriam capazes de sustentar uma comunidade de animais e outras formas de vida. (LOPES, 2020).

Mesmo parecendo “cheio de vidas” por sua coloração verde, esses desertos são vistos com maus olhos pelos ambientalistas que defendem a ideia de que essas monoculturas deterioram o solo, além de não servirem como suporte para a permanência e transporte da fauna.

SUSTENTABILIDADE EM RELAÇÃO AO EUCALIPTO

As empresas e indústrias, vivem com a competitividade instalada em sua estrutura, mas cada vez mais, a sustentabilidade (que tem seus fundamentos nos aspectos econômico, negócio, ambiente, natureza, e social, ser humano.) se torna um pré-requisito de fornecedores e clientes, por esse motivo, diversas tecnologias e propostas de compensação e mitigação entram no cenário.

Ajudando o crescimento florestal e o agroflorestal, sempre visando o equilíbrio entre o meio ambiente e o social, esse conceito, também fortalece para os indivíduos serem menos egoístas, visando de uma maneira ampla, as futuras gerações, tendo também uma distribuição de riquezas geradas pelas florestas plantadas.

Toda vez que há desequilíbrio, favorecendo um dos pilares, é a sustentabilidade que sai perdendo. Ao se privilegiar só o desenvolvimento social ou só o ambiente, as empresas perdem lucratividade, não geram empregos e impostos e não investem em projetos ambientais ou sociais. [...] Logo, achar esse ponto de equilíbrio é a principal missão fundamental de empresários, governos e cidadãos. (FOELKEL, 2005).

TRABALHO ANÁLOGO A ESCRAVIDÃO NA CARVOARIA BRASILEIRA

O período tido como Brasil colonial (1500 - 1822) foi marcado pela forte presença dos portugueses, que por sua vez utilizavam a mão de obra escrava como força de trabalho para a colônia, porém no dia 13 de maio de 1888 foi assinada pela princesa Isabel a Lei Áurea, que abolia a escravatura em território brasileiro após 400 anos de escravidão em média.

A partir desse dia em diante, deveria ter sido extinto todo tipo de trabalho escravo em território nacional, mas não é bem assim que acontece, um reflexo disso é o trabalho análogo a escravidão que está presente em grande parte das carvoarias brasileiras.

O trabalho análogo a escravidão nada mais é do que um trabalho onde força o empregado a cargas horárias muito intensas, degradantes e que possam até causar danos físicos, além de restringir a locomoção tendo como justificativa a quitação de dívidas contraída com o empregador de acordo com o Artigo 149 do Código Penal de 08 de junho de 1973 (Brasil, 1973).

É com base na descrição citada acima que no ano de 2003 foi criada a “Lista Suja”, um dos principais meios de combate a escravidão em território nacional, que funciona como um banco de dados que contem nome de empregadores e empresas que são acusadas de utilizar trabalho análogo ao escravo e passam por um processo investigativo além de possuírem um período para se defenderem das acusações, mas quando se confirmado o tipo de trabalho, estes ficam com os nomes na lista por dois anos e são obrigados a pagarem multas, respondem criminalmente e outras formas de se redimir de seus crimes (Repórter Brasil, 2020). O cadastro atualmente com 192 registros, a maior parte deles são fazendeiros, mas um quinto pertence as carvoarias, que representam um dos maiores setores ligados ao trabalho análogo ao escravo.

Na maioria dos casos relacionados com carvoarias, os trabalhadores submetidos as condições desumanas de trabalho são homens entre 18 e 24 anos de idade, que por sua vez são em maior parte analfabetos e com nível de escolaridade abaixo da quinta série. Os empregados são submetidos nessas condições através de promessas de trabalho com qualidade em carvoarias, mas quando chegam lá, são enganados pelos seus empregadores que alegam que eles não podem receber salário devido aos custos do transporte, encontram condições precárias de moradia, com apenas colchões velhos para dormir, ausência de banheiros e sem ter nem ao menos água encanada para consumir ou se lavar, além de terem jornadas extensas de trabalho diário sem o uso de qualquer EPI para os protegem de altas temperaturas ou da fumaça liberada na queima da madeira, em muitos casos tudo que possuem são as roupas que levaram é um poço ou riacho com uma água de qualidade minimamente desconfiável, e por fim seus alojamentos que se situam próximo as áreas de queima da madeira, e por possuírem quebras em seus telhados, paredes, janelas e portas, possibilitam a entrada do vapor para dentro do local de

descanso dos trabalhadores, fazendo com que os mesmos durmam inalando essa fumaça, prejudicando sua saúde e qualidade de sono. Outra forma clara de enxergar o descaso e má qualidade empregatícia a qual os funcionários geralmente são expostos é no que diz respeito a sua alimentação, que por diversas vezes é feita em locais abertos sem proteção contra sol ou chuva, animais silvestres e ou peçonhentos, com alimentos de má qualidade e que são mínimos, podendo não suprir as necessidades do nutricionais do trabalhador (Ojeda, Igor, 2014).

Como prova de que problemas como estes não são algo tão longínquo da sociedade moderna, a seguir, um caso específico de trabalho utilizando mão de obra análogo a escravidão:

Entre os dias 18 e 19 de agosto, uma ação de fiscalização resgatou 15 trabalhadores em situação análoga à escravidão em duas carvoarias de Rio Pardo de Minas (MG). Eles trabalhavam com madeira em chamas e carvão sem proteção contra calor, fumaça, fuligem e pó — e sem máscaras próprias para evitar o contágio pelo novo corona vírus. Carregavam sacos de 40 kg nos ombros por uma escada bamba de madeira do chão até a carroceria de um caminhão, segundo auditores-fiscais do Trabalho que participaram do resgate. (CABETT, 2020).

A matéria aborda sobre um resgate de 15 trabalhadores em situação análoga à escravidão no estado de Minas Gerais. Esses trabalhadores passavam o dia sendo expostos a perigos pelas altas temperaturas dos fornos, pela fumaça inalada, pelo peso com carregavam diariamente, pela jornada exaustiva de trabalho que não possuía um período específico para início e nem para o fim, além das condições precárias dos locais de repouso que permitia a entrada de toda a fumaça proveniente dos fornos, do frio devido a falta de vedação e umidade por buracos que haviam no alojamento, permitindo a entrada de água e em uma das carvoarias havia ainda um alojamento que armazenava óleo diesel e gasolina que de onde emanavam vapores. (Cabett, André, 2020)

As fuligens liberadas durante a queima da madeira se acumulavam pelas partes expostas dos corpos dos trabalhadores, principalmente braços e rosto, mas não havia um chuveiro para se limparem, apenas uma caixa d'água aberta com água suja para poderem se limpar segundo os quatro auditores que fizeram parte da fiscalização dos locais.

Além disso, os empregados faziam carregamento de pesos de 40 Kg e subindo por escadas altas de madeira sem nenhum equipamento de proteção, o que poderia acarretar ainda em acidentes trabalhista.

Cabett (2020) aponta que os quatro auditores-fiscais faziam parte Grupo Especial de Fiscalização Móvel da Superintendência Regional do Trabalho. Dez dos quinze trabalhadores resgatados eram da fazenda Natanael, de propriedade de Aduino Vianna Diniz, já os outros cinco da fazenda Renascer, da Aurora Reflorestamento e Transportes LTDA, empresa de João Hermes de Oliveira e de seu filho, Gabriel Hermes Mendes Oliveira.

Os donos da fazenda Renascer concordaram em pagar R\$ 15 mil em direitos trabalhistas aos seus cinco trabalhadores resgatados, segundo Nogueira. Adauto Viana Diniz concordou em pagar R\$ 45 mil aos dez trabalhadores resgatados da fazenda Natanael. (CABETT, 2020)

Além do citado acima, segundo Cabett (2020) ambas as empresas teriam que pagar 14 mil reais por danos morais e individuais, adequar suas infraestruturas e contratar engenheiros para elaborar projetos para transportar as sacas de carvão até as carrocerias dos caminhões dentro do prazo de trinta dias com intuito de evitar 100 mil reais em multas e processos judiciais pelo MPF.

Desenvolvimento

Protótipo:

Sistema: Foi montado um sistema onde nossos pistões irão se deslocar, esse sistema foi montado com alguns pedaços de barra de ferro, mais precisamente dois pedaços de 7cm de um tubo de ferro com diâmetro de aproximadamente 15mm e um pedaço de 6cm e outro de 2cm com um tubo de aproximadamente 8mm. Logo após conseguirmos os materiais mandamos soldar e passamos massa plástica envolta da solda, para evitar vazamentos.

Pistões: Para os pistões, utilizamos algumas arruelas presas em um parafuso com uma porca, usamos cerca de 8 a 16 arruelas, tivemos que desbastar um pouco elas para que os pistões entrem e deslizem com perfeição dentro de nosso sistema, os pistões não podem ficar com muita folga para não vazar vapor e nem muito grosso, pois eles precisam se deslocar dentro do sistema. Na ponta destes pistões fizemos uma articulação onde utilizamos uma chapa de ferro, um conector de chuveiro (mais precisamente a parte de cobre que fica no meio da peça de porcelana) cortado ao meio e um raio de bicicleta, primeiramente soldamos um pedaço da chapa de ferro em formato de U no pistão, logo após fizemos um furo de cada lado da chapa, então soldamos o conector de chuveiro cortado ao meio no aro de bicicleta deixando o foro do mesmo livre, então encaixamos o nosso conector a chapa de ferro colocando um pedaço do raio ultrapassando os dois furos da chapa e o conector, na ponta do raio de bicicleta foi feito um arco para que o parafuso se encaixe mas deixe o raio fazer o movimento. E assim fizemos os pistões com articulação.

Volante: Temos o nosso volante de inércia que foi feito com alguns cd's, 6 de um lado e 1 do outro, presos a uma barra roscada de 3/4 com algumas porcas e arruelas, tudo isso foi preso a um pedaço de tabua, nessa tabua foi feito um furo ao meio onde colocamos um rolamento de skate, para que nosso volante gire mais facilmente, foi feito um furo de cada lado do volante sendo feitos de lados opostos, para que os pistões sejam presos no volante.

Motor completo: E por fim, temos o motor completo, onde os pistões entram um em cada tubo do sistema e a ponta do raio de bicicleta é conectada ao volante de inércia

utilizando um parafuso.

Funcionamento: E como vai funcionar esse motor? vamos ter o primeiro pistão onde ele estará tampando o cano de diâmetro mais fino que se encontra no meio do tubo de diâmetro maior, assim quando o vapor começar a alimentação do motor, vai ocorrer uma força que fara esse pistão se deslocar para frente, sendo assim o pistão irá destampar o tubo de diâmetro menor ocorrendo assim um desvio do vapor para o segundo tubo fazendo com que o segundo pistão seja empurrado para frente e o primeiro automaticamente volte para trás, como estes pistões estão conectados ao volante de inércia, quando ocorrer o deslocamento dos pistões ocorrerá também o movimento circular do nosso volante, nos próximos testes colocaremos um motor de helicóptero de brinquedo conectado por uma correia adaptada no nosso volante, assim quando o volante girar automaticamente ocorrerá o giro do motor e transformando nossa energia mecânica em energia elétrica gerando a energia esperada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na literatura, sabemos que as atividades de produção de carvão incluem liberação de gases de duas formas, direta e indireta. Os gases que são liberados diretamente são Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O) e Clorofluorcarbonos (CFC's); já os gases que são liberados de forma indireta são vapor de água (H₂O), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de nitrogênio (NO_x) e Ozônio (O₃). Com base nisso o projeto pretende utilizar a pressão disponibilizada por eles para atingir o objetivo e sanar a hipótese. O grupo acredita, baseando-se em pesquisas que as carvoarias brasileiras possuem potencial energético suficiente ao menos para fornecimento para comunidades que vivem em condições precárias e dependem de extração ilegal de vegetação nativa para alimentação dos fornos.

Considerando que o projeto ainda não foi concluído e os dados esperados ainda não foram obtidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no apresentado, pode-se considerar que o trabalho se encontra em andamento e ainda não está totalmente finalizado, tendo em vista a iniciação da construção do protótipo, espera-se que as análises de resultados e discussão de dados sejam obtidos o mais rápido possível para que possamos mensurar a real eficiência da energia liberada e onde ela pode ser realmente utilizada, desde modo, podendo assim haver modificações e transformações das ideias iniciais que foram planejadas originalmente.

REFERÊNCIAS

17 Objetivos para transformar o Mundo. 2015. Nações Unidas Brasil, Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 14 de fev. 2020. Agência Nacional de Energia elétrica. “**Carvão Mineral**”. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf. Acesso em: 25 de set. de 2020

CAMPOS, Ângela. “**Informação Técnica sobre Extrato Pirolenhoso**”. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178670/1/Circular-177- final.pdf>. Acesso em: 10 de abr. de 2020.

CAMPOS, Omar Ferriera. **EMISSIONES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA PRODUÇÃO E NO USO DO CARVÃO VEGETAL.** 2000. Artigo- Ministério da ciência e tecnologia, Disponível em: <https://ecen.com/eee20/emiscarv.htm>. Acesso em: 10 jun. 2020.

CHIES, Vivian. “**Carvão Vegetal: De problema a solução**”. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1048179/1/AgroenergiaEmRevistaed09121520151.pdf>. Acesso em: 25 de set. de 2020.

IBA (Brasil). **Carvão Vegetal.** 2017. Disponível em: <https://iba.org/carvao-vegetal-2>. Acesso em: 17 ago. 2020.

INSTITUTO ETHOS (São Paulo). **Combate a Devastação Ambiental e trabalho Escravo na Produção do Ferro e do Aço: Amazônia, Cerrado e Pantanal.** 2012. – Avina, Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/documentos/carvao.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2020.

OJEDA, Igor. **Carvoarias representam um quinto das inclusões na ‘lista suja’ do trabalho escravo.** 2014. Reportagem- Repórter Brasil, Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2014/01/carvoarias-representam-um-quineto-das-inclusoes-na-lista-suja-do-trabalho-escravo/>. Acesso em: 13 ago. 2020.

RODRIGUES, Thaís. **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL NO MUNICÍPIO DE TABAÍ –RS.** 2016.- CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1406/1/2016ThaisIsabelRodrigues.pdf>. Acesso em: 29 set. 2020.

SOUSA, Rafaela. “**Diferenças entre carvão vegetal e carvão mineral**”. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/carvao-mineral.htm>. Acesso em 16 de set. de 2020.

TACCINI, Marcel. “**Estudo das metodologias da convenção-quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, referentes à avaliações de gases de efeito estufa na produção de carvão vegetal**”. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-17032011-160508/publico/Marcel_Miranda_Taccini.pdf.>Acesso em 16 de set. 2020.

TORRES, Paulo. Máquina a vapor. In: **Máquina a vapor.** [S. l.], Entre 2005 e 2020. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/mecanica/maquina-a-vapor>. Acesso em: 16 nov. 2020

VIANA, Maurício. “**O Eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala**”. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va04-florestas-plantadas03.pdf>. Acesso em: 19 de nov. de 2020.

WWF. “**Princípios e critérios do carvão sustentável**”. Publicado em: 20 dez de 2016. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?55703/Principios-e-critrios-do-carvo-sustentvel>. Acesso em: 25 de set. 2020.

SEMENTES DE AÇAÍ: ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS PRODUZIDOS PELA UTILIZAÇÃO DE LENHAS EM PIZZARIAS

Data de aceite: 01/04/2021

Celso Boulhosa Mendes Neto

Universidade Estadual do Pará, UEPA
<http://lattes.cnpq.br/0490188376969790>

Leon Gabriel Brasil Costa

Universidade Estadual do Pará, UEPA
<http://lattes.cnpq.br/4762259354327160>

Rebeca Izabela Fernandes Noronha

Universidade Estadual do Pará, UEPA
<http://lattes.cnpq.br/3177440718352374>

Stefany Monteiro Lucena

Universidade Estadual do Pará, UEPA
<http://lattes.cnpq.br/6186436839133694>

RESUMO: Com os danos ambientais ocorridos da aplicação de lenha em pizzarias, atrelada a necessidade de obter uma gestão de resíduos dos caroços de açaí na cidade de Belém, o artigo tem como objetivo propor uma alternativa a esse resíduo, substituindo a lenha e minimizando os danos causados pelo desmatamento na extração da madeira e emissões de gases. Dessa forma, será mostrado a viabilidade, as vantagens socioambientais e econômicas dessa alteração no setor alimentício e sua aceitação no mercado. Foi elaborado um questionário aplicado em determinadas pizzarias para saber o consumo de lenha mensal e os prejuízos gerados na sua utilização, se há conhecimento de outro produto e qual o nível de aceitação das sementes. O tratamento dos dados se deu por meio do cálculo da emissão mensal de CO₂ por essas empresas

e comparações quanto à eficiência energética. Outrossim, foram realizadas análises para identificar a umidade e eficiência da nova massa energética. O caroço de açaí desidratado é capaz de substituir a lenha na técnica de cocção de pizzas em estabelecimentos alimentícios. Seu poder calorífico excede o da lenha em 50,358%, a sua entalpia de saída de vapor e duração de queima são maiores e atingem a temperatura de queima rapidamente. Pensando na comercialização dos caroços, seria proposto um menor custo aos estabelecimentos devido a abundância desses resíduos na cidade e por não possuírem valor econômico. Portanto os caroços de açaí e sua possível substituição oferece a redução dos impactos ambientais, além da atenuação de resíduos despejados irregularmente em Belém.

PALAVRAS-CHAVE: Lenha; Gestão de resíduos; Caroços de açaí; Desmatamento; Eficiência energética.

ABSTRACT: With the environmental damage caused by the application of firewood in pizzerias, coupled with the need to obtain waste management from açaí seeds in the city of Belém, the article aims to propose an alternative to this residue, replacing firewood and minimizing the damage caused by deforestation in timber extraction and gas emissions. In this way, the feasibility, socio-environmental and economic advantages of this change in the food sector and its acceptance in the market will be shown. A questionnaire was applied to certain pizzerias to find out the monthly consumption of firewood and the losses generated in its use, whether there

is knowledge of another product and the level of acceptance of the seeds. The data was processed by calculating the monthly CO₂ emission by these companies and comparisons regarding energy efficiency. Furthermore, analyzes were carried out to identify the humidity and efficiency of the new energy mass. Dehydrated açai kernels are capable of replacing firewood in cooking pizzas in food establishments. Its calorific power exceeds that of firewood by 50.358%, its enthalpy of steam output and burning duration are greater and reach the burning temperature quickly. Thinking about the commercialization of the stones, a lower cost would be proposed to the establishments due to the abundance of this waste in the city and because they have no economic value. Therefore, açai seeds and their possible replacement offer a reduction in environmental impacts, in addition to the reduction of irregularly dumped waste in Belém.

KEYWORDS: Firewood; Waste Management; Açai lumps; Deforestation; Energy efficiency.

INTRODUÇÃO

Para Travassos e Souza (2014, apud Gioda, 2019):

No Brasil, a lenha é o segundo combustível mais usado para cocção (IBGE, 2018). Nas regiões com menor renda *per capita*, a lenha tem sido extraída de forma inadequada afetando alguns biomas. A falta de critérios técnicos na exploração da lenha, o desmatamento ilegal, o monitoramento insuficiente, a falta de fiscalização e a corrupção têm acelerado a destruição das florestas, do solo e dos ecossistemas.

De acordo com Peres *et al* (2018, apud Gioda, 2018):

A taxa de emissão de dióxido de carbono em toneladas equivalente (tCO₂e) no âmbito comercial em 2016 foi de aproximadamente 3,59 x10⁷. A produção de energia baseada no aproveitamento da biomassa, principalmente a partir de resíduos agroindustriais, é uma alternativa importante para a produção de biocombustíveis e geração de energia renovável por meio de sua combustão.

Pesquisas da Secretaria de Estado Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (Sedap), “diz que a produção paraense cresceu 80% nos anos de 2010 a 2017”. “Já no ano de 2018, a cidade de Belém deteve cerca de 370 toneladas da extração vegetal do fruto”, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). Segundo a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS, 2018) “na Região Metropolitana de Belém, mais de 5 mil pontos de vendas comercializam cerca de 150 mil litros de açai nos períodos de safra”.

O caroço do açai é um resíduo disponível em grandes quantidades na região e até o momento não se tem uma destinação econômica útil para o mesmo. Este estudo se justifica porque o uso desta biomassa para produção de energia térmica ou outra, gera diminuição de rejeitos, diminuição do uso de matéria prima e evita que estes resíduos orgânicos tenham destinação ambientalmente incorreta (PERES *et al*, 2018).

Segundo Negrão *et al* (2019):

Os empreendimentos que não destinam seus resíduos aos aterros, têm como alternativa a contratação de carroceiros que recebem alguma quantia financeira para despejarem os resíduos em locais impróprios gerando diversos impactos e sobrecarregando a função do Estado.

Para Lira (2018):

O poder calorífico do caroço do açaí, obtido em laboratório, tem em média 4.505 kcal/kg e o potencial energético em torno de 40.800 MWh/mês. Este potencial pode ser explorado de forma sustentada, atendendo aos pressupostos do desenvolvimento sustentável. Portanto deve-se considerar o caroço de açaí como uma fonte alternativa para a geração de energias diversas, devido seu elevado poder calorífico.

Conforme Peres *et al* (2018):

Em termos de energia liberada na queima de 1000 tijolos pode se estimar que o caroço libera para o forno cerca de 20023 MJ/kg, enquanto que se fosse utilizada a lenha proporcional a mesma quantidades de tijolos, esta liberação seria de 11973 MJ/kg para a mesma produção, ou seja, a eficiência de queima do caroço é mais uma vez verificada com a análise da energia liberada.

Os objetivos do presente artigo são:

- I) Propor às empresas do ramo a substituição da combustão de lenha na produção de pizzas na cidade de Belém pela combustão de biomassa à base de caroços de açaí desidratado;
- II) Demonstrar às empresas do ramo viabilidade socioeconômica da queima de biomassa de caroços de açaí para produção de pizzas;
- III) Contribuir para redução dos impactos ambientais da extração e combustão de lenha e da produção de entulho das sementes de açaí na cidade de Belém;
- IV) Quantificar os impactos obtidos por ambos.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi realizado em pizzarias que utilizam fornos à combustão de lenha para produção de pizzas no município de Belém-PA. A princípio, a coleta de dados foi realizada com o intuito de obter informações, tais como: eficiência energética, benefícios socioeconômicos e ambientais; proporção de uso entre lenha e as sementes. Para isso, foi averiguado o teor de umidade no laboratório de madeira e tempo de combustão dos caroços de açaí desidratados. Posteriormente, os pesquisadores deslocaram-se a algumas pizzarias com o intuito de aplicar um questionário de perguntas abertas para saber o consumo de lenha por mês, os gastos e os prejuízos gerados na sua utilização, se há conhecimento de outro produto e qual o nível de aceitação das sementes. Por fim, o tratamento dos dados

se deu por meio do cálculo da emissão mensal de CO₂ por essas empresas e comparações quanto à eficiência energética. Além disso, foram realizadas análises em laboratório na estufa para retirar e identificar a umidade das amostras e posteriormente testá-las em um forno de um estabelecimento para testar sua eficiência.

Para tanto, foi preciso utilizar alguns materiais, como:

1. Duas amostras de caroços de açaí em bandejas de massas iguais
2. Estufa à 110° celsius
3. Balança analítica
4. Forno artesanal

PROCEDIMENTO

As análises do teor de umidade foram calculadas de acordo com os dados e fórmulas obtidos pela literatura Passarinho *et al* (2018a). A determinação da umidade é calculada pela equação:

$$TU = 100(mBo - mBf) / mBo \quad (1)$$

Onde: Tu é o teor de umidade em %, mBo a massa de biomassa inicial em gramas; mBf a massa de biomassa final em gramas. Em seguida, foi construída uma tabela a qual as amostras foram submetidas designando o teor de umidade em (%) pelo tempo (t) necessário de secagem dos caroços de açaí.

A fim de estimar as emissões de dióxido de carbono foi necessário utilizar dados obtidos por Gioda (2018) que obteve os parâmetros através do Balanço Energético Nacional (BEN, 2017) realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e vinculado ao Ministério de Minas e Energia (MEE). A fórmula (2) foi utilizada para estimar as emissões de dióxido de carbono em um ano de consumo de lenha na cidade de Belém.

$$tCO_2e = \text{cons}(t) \times K \times (tCO_2)/TJ \times \text{PAG do gás} \quad (2)$$

Onde: (CO₂e) = toneladas de CO₂ equivalente; cons(t) = consumo em toneladas; K = Fator de conversão = 0,01298; (tCO₂)/TJ = Tonelada de dióxido de carbono por TJ ou 1012 J = 119,9; PAG do gás = Potencial de aquecimento global, considerado 1.

O questionário aplicado nas pizzarias teve como intuito a obtenção de informações, através de perguntas de forma aberta, relacionadas ao consumo de lenha mensal, seus custos e possíveis impactos da utilização; conhecimento de outros produtos com menores impactos; aceitabilidade do produto proposto e dificuldades para substituição.

Os estabelecimentos foram escolhidos de acordo com a sua demanda e visibilidade na cidade. No entanto, devido a dificuldade para conseguir entrevistas com os mesmos, foi possível ter acesso a apenas 3 estabelecimentos, chamados de A, B e C, na qual duas possuem uma demanda exclusiva de pizzas e a última possui outros tipos de cardápios.

1. Qual a quantidade de lenha é utilizada mensalmente?

2. Qual o gasto mensal com esse produto
3. Você notou algum prejuízo ao utilizá-la em seu estabelecimento?
4. Você conhece outro material que substitua a lenha? Se sim, qual (is)?
5. Seria de interesse da empresa, sabendo das vantagens econômicas, sociais e ambientais realizar a substituição pelos caroços de açaí? Se não, por qual motivo?

RESULTADOS

Para Peres *et al* (2018):

As análises e caracterização química realizadas em laboratórios com base nas amostras de massa seca dos caroços encontrados como resíduo sólido do processo de despolpamento da extração do suco nas feiras livres da cidade mostraram que seu poder calorífico quando comparado com a lenha é alto, 27.696MJ/kg, e que possui 12.19% de carbono fixo, 71.39% de voláteis e 1.18% de cinzas. Estas informações qualificam o caroço do açaí como uma fonte de biomassa boa para ser usado em combustão em substituição da lenha que possui poder calorífico aproximado de 18.42MJ/kg.

Os dados obtidos abaixo no estudo realizado por Passarinho *et al* (2018) mostram diferentes rendimentos de uma caldeira energética comparado as entalpias de saída de vapor da lenha e semente de açaí.

Rendimento (%)	Entalpias de saídas de vapor (KJ/kg)	
	Lenha	Semente de açaí
50	2621,48	3490,21
60	3116,39	4158,89
70	3611,35	4827,56
80	4106,26	5496,19

Tabela 1: Entalpia de saída do vapor produzido por lenha e por semente de açaí em (kJ/kg) considerando diferentes rendimentos em (%) (*Ibid*, 2018)

Essa análise expõe a eficiência energética que os caroços de açaí desidratados possuem em relação a lenha, sendo perceptível observando os valores de entalpia se mantendo maiores para as sementes. Entretanto, é preciso que haja o tratamento necessário desse material para atender as necessidades de combustão em fornos e obter uma eficiência maior.

Em um estudo realizado por Peres *et al* (2018), é mostrado a relação de equivalência de uso da lenha e dos caroços de açaí em fornos de olarias. Esses dados mostram que é

preciso uma quantidade maior de lenha para equiparar a quantidade de energia liberada e de produção dos tijolos pelas sementes. Além disso, o estudo mostrou que a duração de ambos os materiais dentro dos fornos é bastante parecida e que o tempo necessário para secagem das sementes de açaí em ambiente aberto ou fechado pode variar de 2 a 4 dias.

Produto	Unidade m ³	Preço R\$	Poder calorífico MJ/ kg	Produção1 milheiro de tijolos	Duração/ fornos	Energia liberada MJ/kg
Lenha	1m ³	25,09	18,42	1m ³	4 dias	11.973
Caroços de açaí	1m ³	00,00	27,69	0,82m ³	4 dias	20.023

Tabela 2: Uso dos caroços de açaí em comparação a lenha nos fornos da olaria (*ibid*, 2018)

O uso dos caroços mostra-se viável economicamente e em termos energéticos, o que pode tornar o produto atraente para o empresariado do ramo alimentício. A utilização pode ser feita em larga escala, pois é um material abundante e encontrado facilmente nas ruas da cidade. Dessa forma, é possível reduzir os gastos dos fretes para o transporte das sementes pela proximidade com as pizzarias, gerando maiores receitas para os empreendedores e diminuir consideravelmente os impactos da lenha ao se utilizar menos, além de proporcionar a redução do acúmulo de entulho. Essa configuração de desenvolvimento sustentável se torna mais adequada tendo em vista as práticas do *Triple Bottom line* ou Tripé da sustentabilidade voltadas para as ações econômicas, sociais e ambientais.

A retirada de umidade das sementes é essencial para que não haja uma necessidade maior de energia a ser consumida. De acordo com Seye *et al* (2008 apud Peres, 2018) “mostra que um teor de umidade de até 14% gera nenhuma ou muito pouca dificuldade no processo de combustão”. O estudo concluiu que após a lavagem e secagem em ambiente fechado das amostras, devido ao clima chuvoso, por 24 horas, o teor de umidade encontrado foi de aproximadamente 40,7% após realizar a retirada de umidade em estufa à 105° celsius por cerca de 21 horas. No entanto, é preciso que se faça a secagem em ambiente aberto exposto ao sol de forma a dispor os caroços horizontalmente para facilitar o processo de secagem e, posteriormente, processá-los nos fornos obtendo maior eficiência. Devido a essa problemática, não foi possível alcançar resultados mais satisfatórios.

De acordo com o questionário elaborado pela pesquisa, foi feito uma média dos resultados e verificou-se que as três pizzarias visitadas consomem cerca 2267.66 kg de lenhas por mês, tendo um gasto mensal estimado em R\$ 522, 33. Através da fórmula (2), estimou-se que é emitido aproximadamente 3,5 toneladas de CO₂ para a atmosfera. Os representantes dos estabelecimentos descreveram que é possível notar o acúmulo de

fuligem provenientes da combustão sendo necessária a utilização de filtros para conter esses resíduos e evitar que haja grandes danos ambientais; fazem a limpeza e manutenção dos fornos a cada três meses para que não venham a ter prejuízos em seus equipamentos. Ao serem perguntados se tinham algum conhecimento de outros tipos de materiais que pudessem substituir a lenha, ambas responderam que conhecem os briquetes e a lenha orgânica. Após uma breve exposição do artigo presente e os benefícios dos caroços de açaí, foram questionados se havia algum interesse da empresa em substituir totalmente ou parcialmente a matéria prima atual pela proposta das sementes, os estabelecimentos se interessaram pela substituição, desde que sejam feitos vários testes in loco e verificadas a viabilidade tanto econômica; de adaptação aos fornos e de características físicas no produto final, como coloração nas massas das pizzas ou possíveis odores.

CONCLUSÃO

A utilização de sementes de açaí mostra-se viável a partir das análises realizadas, tendo em vista todas as melhorias socioeconômicas e ambientais ligadas a esse produto tão procurado pela população paraense. Ao se substituir a lenha pelas sementes nas pizzarias, a demanda pelo primeiro diminui consideravelmente; por conseguinte, são reduzidos impactos como: desmatamento de eucaliptos na sua extração, emissões de dióxidos de carbono e materiais particulados. Além disso, seria possível propor uma destinação adequada para as sementes de açaí, pois após o beneficiamento da polpa as sementes vão sendo estocadas nas ruas gerando entulho e proliferação de doença. Portanto, a comercialização das sementes não somente é benéfica para o meio ambiente como para o âmbito socioeconômico, pois é possível agregar um valor simbólico para o resíduo, beneficiando socioeconomicamente os vendedores de açaí e reduzindo custos para as pizzarias ao trocarem de biomassa e proporcionando a redução do acúmulo de entulho. Essa configuração de desenvolvimento sustentável se torna mais adequada tendo em vista as práticas do *Triple Bottom line* ou Tripé da sustentabilidade voltadas para as ações econômicas, sociais e ambientais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS.

Açaí: a pequena fruta que movimenta milhões na economia paraense. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2019/08/13/acai-a-pequena-fruta-que-movimenta-milhoes-na-economia-paraense>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

BARBOSA, P. R. A. **Índice de sustentabilidade empresarial da bolsa de valores de São Paulo (ISE-BOVESPA):** exame de adequação como referência para aperfeiçoamento da gestão sustentável das empresas e para formação de carteiras de investimentos orientadas por princípios de sustentabilidade corporativa. 2007. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional. **Relatório de atividades 2016**. Brasília, 2017.

CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO, 9., 2018, Belém. **Anais**. Gestão dos resíduos de caroços de açaí como instrumento desenvolvimento local: o caso do município de ananindeua-pa. Belém: Revistas Unama, 2018. 10 p. Disponível em <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5bmR6G4wsoUJ:revistas.unama.br/index.php/coloquio/article/download/1113/pdf+&cd=10&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 18., 2019, Natal. **Anais**. O circuito espacial produtivo do açaí: a configuração atual na Região Metropolitana de Belém. Natal: Anpur, 2019. 26 p. Disponível em <<http://anpur.org.br/xviiienanpur/anaisadmin/capapdf.php?reqid=1152>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 10., 2019, João Pessoa. **Anais**. Gestão ambiental: mapeamento do descarte irregular do caroço do açaí no bairro do Jurunas do município de Belém/PA. João Pessoa: Open Journal Systems, 2019. 8 p. Disponível em <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/1685/955>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

GIODA, Adriana. Comparação dos níveis de poluentes emitidos pelos diferentes combustíveis utilizados para cocção e sua influência no aquecimento global. **Química Nova**, São Paulo, v. 41, n. 8, p. 839-848, ago. 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422018000800839&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 28 fev. 2020.

GIODA, Adriana. Características e procedência da lenha usada na cocção no brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 33, n. 95, p. 133-150, jan./abr. 2019. Disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142019000100133&tng=pt>. Acesso em: 28 fev. 2020.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS: series históricas**. 2018. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 28 fev. 2020.

LIRA, Rinalda Silva. **A viabilidade do uso do caroço do açaí como desenvolvimento sustentável na geração de combustível no estado do Pará**. 2018. Monografia (Especialização em Curso de Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) – Centro Universitário Estácio São Paulo, Belém, 2018. Disponível em <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conepetro/trabalhos/TRABALHO_EV104_MD1_SA121_ID959_11072018174350.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2020.

LOOS, Pedro. **Como pizzas estão destruindo o planeta**. Youtube, 17 mar. 2017. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=8ijrhfv8tw>>. Acesso em: 02 fev. 2020.

NDAGIJIMANA, C.; PAREYN, F. G. C.; RIEGELHAULT, E. Uso do solo e desmatamento da Caatinga: um estudo de caso na Paraíba e no Ceará - Brasil. **Estatística Florestal da Caatinga**, Recife, v.2, p.18-29, 2015.

PASSINHO, Mohara Silva; BARBOSA, Diéfano de Lima; SOUZA, Marcelo José Raiol. **Uso da semente de açaí como alternativa energética na indústria de beneficiamento de polpa de açaí**. 2019. 1 v. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2019.

PERES, Roberto S. et al. **Caroço de açaí como fonte de energia alternativa na produção de tijolos em olarias da cidade de Imperatriz/MA**. 2018. 5 v. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal da Amazônia, Manaus, 2018. Disponível em <<https://even3.blob.core.windows.net/anais/92557.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. **GEOUSP - Espaço e Tempo** (Online), São Paulo, v. 18, n. 2, p. 329-340, 2014.

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLUÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 19/01/2021

Amanda Silva Nunes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Ambiental
Londrina – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9736168486712372>

Ricardo Nagamine Costanzi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Ambiental
Londrina – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/2163782874335830>

RESUMO: Os *wetlands* construídos (WCs) têm um potencial significativo para eliminação de matéria orgânica e nitrogênio, no entanto nem sempre são eficazes na remoção de fósforo. Os mecanismos de adsorção e precipitação junto ao meio suporte são reconhecidos como os principais responsáveis pela remoção deste nutriente. O desempenho da unidade de tratamento pode ser aprimorado mediante a seleção de meios com alta capacidade de interação com fósforo, assim sendo o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar a capacidade de adsorção de fósforo em solução por cinco variedades de materiais: areia, bloco cerâmico, casca de arroz, escória e saibro. Os materiais investigados incluem resíduos de atividades de processamento e beneficiamento de arroz, ferro

e aço, construção civil e setor esportivo. Para a variedade de meios suportes avaliados, a ordem de melhor capacidade de adsorção de fósforo foi: casca de arroz (92,14%) > saibro (90,35%) > escória (89,06%) > areia (88,94%) > bloco cerâmico (88,83%). As características físico-químicas dos materiais, como área superficial adsorptiva, capacidade de troca iônica, conteúdo de Ca, Al e Fe e dimensão dos grãos mostraram-se cruciais para a adsorção do fósforo em solução. Os resultados obtidos contribuem para uma melhor compreensão quanto à seleção de meios de preenchimento propícios a remoção deste nutriente, auxiliam no aprimoramento do desempenho destas unidades de tratamento descentralizadas e conseqüentemente minimizam efeitos motivados pela falta de tratamento de águas residuárias e pela disposição de resíduos sólidos no meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Meio suporte; *wetlands* construídos; nutrientes; tratamento de esgoto.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF PHOSPHORUS ADSORPTION IN SOLUTION BY SOLID WASTE FROM DIFFERENT SOURCES

ABSTRACT: Constructed wetlands (WCs) have significant potential for eliminating organic matter and nitrogen, however they are not always effective in removing phosphorus. The mechanisms of adsorption and precipitation along the support medium are recognized as the main responsible for the removal of this nutrient. The performance of the treatment unit can be improved through the selection of media with a high capacity for interaction with phosphorus,

so the objective of this study was to evaluate and compare the capacity of phosphorus adsorption in solution by five materials: sand, ceramic block, rice husk, slag and gravel. The investigated materials include residues from rice, iron and steel processing; civil construction and sports sector. For the variety of media evaluated, the order of best phosphorus adsorption capacity was: rice husk (92.14%) > gravel (90.35%) > slag (89.06%) > sand (88.94 %) > ceramic block (88.83%). The physical-chemical characteristics of the materials, such as adsorptive surface area, ion exchange capacity, Ca, Al and Fe content and grain size were crucial for the adsorption of phosphorus in solution. The results obtained contribute to a better understanding to the selection of materials of filling conducive to the removal of this nutrient, help to improve the performance of these decentralized treatment units and consequently minimize effects motivated by the lack of wastewater treatment and the disposal of waste solids in the environment.

KEYWORDS: Support medium; constructed wetlands; nutrients; sewage treatment.

1 | INTRODUÇÃO

O fósforo é um macronutriente indispensável e insubstituível para desenvolvimento de inúmeros organismos vivos, especialmente as plantas. Nos ecossistemas aquáticos, origina-se por efeito de fontes difusas (escoamento agrícola) e pontuais (esgoto doméstico e industrial, tratados ou não tratados), que em elevadas concentrações conduzem a uma série de efeitos ecológicos adversos, como o processo de eutrofização, considerado por muitos, um dos principais problemas enfrentados nos cursos d'água (DI LUCA et al., 2017).

Diante destas circunstâncias, o controle deste nutriente é imprescindível. No tocante aos esgotos, em estações de tratamento convencionais, o fósforo é removido mediante processos físicos, químicos e biológicos, no entanto estes são apontados como complexos e dispendiosos. Na tentativa de reduzir as descargas de despejos com elevadas cargas de contaminantes (BALLANTINE; TANNER, 2010), estudos aprofundados relativos a soluções de tratamento confiáveis e economicamente acessíveis tornaram-se cada vez mais frequentes.

Os *wetlands* construídos (WCs) são ecotecnologias de baixa complexidade e custo reduzido, projetados para utilizar e aprimorar componentes naturais, como vegetação, meio suporte e associações microbianas na depuração de águas residuárias (ZHU et al., 2011). O fósforo, em especial, é potencialmente removido nos WCs através dos mecanismos de adsorção e precipitação junto ao meio suporte (YIN; YAN; GU, 2017), ainda que expressivos estes mecanismos são vistos como finitos. Estudos evidenciam que a remoção por parte deste constituinte esteja entre 36,2% a 87,5% (GAO et al., 2019) e que sua seleção determinará amplamente o bom desempenho e prolongamento da vida útil da unidade de tratamento (YANG et al., 2019).

A efetividade do mecanismo de adsorção é controlada pelas propriedades físicas e químicas do meio suporte, como área superficial adsortiva, distribuição granulométrica,

presença de íons cálcio (Ca), ferro (Fe) e alumínio (Al) e pelo potencial hidrogênionico (DI LUCA et al., 2017; XU et al., 2019). Habitualmente, os materiais adotados para compor leitos de WCs são solo, areia e cascalho. Contudo, o uso destes meios, denominados de convencionais pode estar diretamente correlacionada a situações adversas como: baixo desempenho da unidade de tratamento e entupimento do meio suporte em curto prazo (ZHU et al., 2011).

Recente, inúmeras pesquisas direcionadas à seleção de meios alternativos potencialmente removedores de fósforo têm sido realizadas. Além das características físicas e químicas apropriadas a adsorção, os materiais selecionados devem ser economicamente acessíveis e disponíveis localmente, de modo a reduzir os custos de implantação e preservar os princípios da sustentabilidade dos WCs (WANG et al., 2013).

Materiais de ocorrência natural, subprodutos industriais e sintéticos são as três categorias de meios alternativos potenciais. A reutilização de resíduos gerados em diferentes atividades da sociedade tem se tornado gradualmente relevante, pois subprodutos que anteriormente eram dispostos sem nenhum valor econômico passam a ser inseridos em outro âmbito, minimizando seu depósito em aterros e reduzindo o acúmulo desses no meio ambiente (BALLANTINE; TANNER, 2010).

Dado o exposto acima, estudos que exploram a relação entre o uso de meios suportes alternativos e suas respectivas capacidades de adsorção de fósforo são imprescindíveis e possibilitam o aperfeiçoamento do desempenho da unidade de tratamento, assegurando taxas estáveis de remoção de fósforo a longo prazo. Tais trabalhos são ambientalmente relevantes, seus resultados contribuem com a minimização dos impactos ocasionados pela destinação de resíduos sólidos e águas residuárias com elevadas cargas de poluentes no meio ambiente.

2 | OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivos investigar e comparar a capacidade de adsorção de fósforo em cinco variedades de resíduos e avaliar a viabilidade de possível reutilização dos mesmos como meio suporte em sistemas de tratamento descentralizados, *wetlands* construídos (WCs), de modo a aprimorar a eficiência do tratamento quanto à remoção deste nutriente, prolongar a vida útil do resíduo em uma função adaptada e reduzir o volume de subprodutos dispostos no meio ambiente.

3 | METODOLOGIA

Areia, bloco cerâmico, casca de arroz, escória e saibro foram os cinco materiais investigados neste estudo. Em nível prático, a disponibilidade, as propriedades físico-químicas e a eficiência relatada em outros estudos foram os fatores fundamentais que determinaram a seleção dos mesmos.

A princípio, os materiais foram fragmentados manualmente e com auxílio de uma peneira granulométrica de abertura 4 mm (mesh 5) foram selecionadas as porções que seriam utilizadas para o ensaio. Após isso, todos os 5 materiais foram acondicionados em estufa de secagem e esterilização (SOLAB, Modelo SL-100) ao longo de 24 horas e a uma temperatura de 105°C.

Para o experimento foi preparada uma solução estoque, para isso pesou-se 200 mg de Fosfato de Sódio Dibásico (Na_2HPO_4), e posteriormente esta quantia foi transferida a um balão volumétrico com capacidade de 1000 ml. Para a dissolução do composto foi moderadamente adicionada água destilada e logo após o volume do balão foi completado. Para a concepção da curva de calibração (Figura 1) foram utilizadas soluções padrão de fosfato com concentrações entre 0,5 a 2,0 mg.

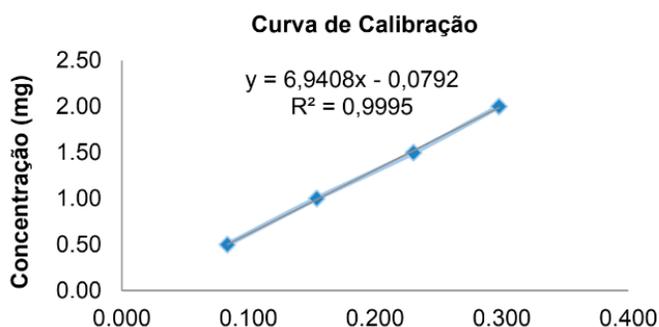


Figura 1: Curva de Calibração.

Fonte: Autor do trabalho.

O ensaio procedeu-se da seguinte forma: Em triplicata, pesou-se 0,2 g de cada um dos materiais devidamente livres de umidade. As porções foram destinadas a frascos de *erlenmeyer* com capacidade de 250 ml juntamente com os substratos e a adição de 100 ml da solução estoque diluída 20 vezes. Todos os frascos foram acomodados em uma incubadora *shaker* com agitação orbital e aquecimento (QUIMIS, Modelo Q315IA), na qual foram mantidos por 48 horas a uma temperatura de 30°C e rotação de 100 rpm.

Após o período estabelecido, todas as amostras foram filtradas a vácuo utilizando membranas filtrantes *Macherey-Nagel* de 0,47 μm . Em tubos de ensaio foram adicionadas 10 ml de amostra filtrada e 1 ml de solução de Persulfato de Potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), os tubos foram corretamente tampados e acondicionados em autoclave (PRISMATEC – Modelo CS-75 litros) a 120°C e pressão de 1 atm, no decorrer de 1 hora. O restante do ensaio seguiu os procedimentos descritos no *Standard Methods* (4500 - P - C), a concentração de fósforo excedente em solução foi determinada com base na equação da reta obtida pela curva de calibração. A eficiência de adsorção dos materiais foi calculada por meio da diferença das

concentrações antes e após a exposição a cada um deles, disposta na equação (1):

$$E = ((S_0 - S) / (S_0)) \times 100 \quad \text{equação (1)}$$

Em que E representa à eficiência de adsorção (%), S_0 é a concentração de fósforo em solução obtida antecedentemente a exposição aos materiais e S posteriormente a exposição.

4 | RESULTADOS

Decorrido o tempo de experimento, foram alcançados os seguintes resultados (Tabela 1). A ordem de melhor capacidade de adsorção de fósforo foi: casca de arroz > saibro > escória > areia > bloco cerâmico.

Materiais	Tamanho da partícula (mm)	Concentração inicial média de P (mg.L ⁻¹)	Concentração final média de P (mg.L ⁻¹)	Eficiência (%)
Areia	≤ 4	200	22,107	88,94
Bloco cerâmico	≤ 4	200	22,338	88,83
Casca de Arroz	≤ 4	200	15,711	92,14
Escória	≤ 4	200	21,878	89,06
Saibro	≤ 4	200	19,285	90,35

Tabela 1. Resumo dos resultados obtidos pelo ensaio de adsorção proposto. Fonte: Autor do trabalho.

O resíduo de processamento e beneficiamento de arroz é caracterizado pelo alto teor de sílica e pelo lento processo de biodegradabilidade. No ensaio de adsorção proposto, exibiu excelente desempenho de adsorção de fósforo em solução. Em média, durante o período de exposição, a concentração foi reduzida para 15,711 mg.l⁻¹. A partir da Equação (1), pode-se avaliar que a eficiência média de adsorção para a casca de arroz foi de 92,14%. Em materiais naturais, como este subproduto, quanto maior a área superficial específica do material em que fósforo pode ser ligado, maior será sua retenção (VOHLA et al., 2011), este fato está diretamente relacionado ao resultado observado neste trabalho.

O saibro obteve desempenho de remoção de 90,35%, apresentando concentração média final de 19,285 mg.l⁻¹. Rousso, Pelissari e Sezerino (2015) avaliaram o desempenho de WCs na remoção de fósforo total durante 20 anos de operação e constataram resultados expressivos variando entre 68% e 98% para WCs utilizando camadas de saibro como material suporte, infere-se que o resultado obtido esteja possivelmente relacionado com a

elevada capacidade de adsorção de compostos argilosos (ZHU et al., 2011).

Com relação à escória, a concentração média final de fósforo em solução para o ensaio foi de 21,878 mg.l⁻¹ e o desempenho médio de adsorção foi de 89,06%. A escória é um subproduto metalúrgico poroso, gerado durante o processo de fundição de ferro e aço, infere-se que a mesma obteve um dos melhores resultados neste estudo devido ao fato de seus principais constituintes (CaO, MgO, Al₂O₃, FeO, Fe₂O₃ e SiO₂) deterem forte afinidade de ligação com fósforo e conseqüentemente, serem favoráveis a adsorção (XU et al., 2019). Sua utilização em WCs é uma opção imensamente promissora para a remoção de fósforo (YIN;YAN; GU, 2017).

Xu et al. (2019) avaliando a adsorção em WCs constituídos de escória, constataram desempenho superior a 95 %. Matos et al. (2018) trabalharam com escória de alto forno e observaram remoção de média de fósforo acima de 83% e apontaram a liberação de oxi-hidróxidos de Fe e Al pelo substrato como sendo o fator crucial para o desempenho alcançado.

Os resultados exibem que a eficiência de remoção de fósforo em solução pela areia, material convencional, comumente utilizado em WCs, foi de 88,95%. Dentro das 48 horas de exposição houve uma redução da concentração de fósforo de 200 mg.l⁻¹ para menos de 23 mg.l⁻¹. A utilização de areias é conveniente em virtude do custo reduzido e abundância natural (LIU et al., 2018), no entanto, estas são reconhecidas por apresentarem resposta instável e limitada quanto à capacidade de adsorção de fósforo.

Este comportamento pode ser elucidado pela sua composição principal, especificamente devido aos baixos teores de compostos com capacidade de troca catiônica (CTC) (SEZERINO et al., 2007). No entanto, a associação da areia a outros materiais, ricos em Ca, Al e Fe, aprimora substancialmente a taxa de adsorção de fósforo auxilia a remoção deste nutriente em longo prazo (BALLANTINE; TANNER, 2010).

O bloco cerâmico foi o material que apresentou resultado inferior aos demais, considerando a concentração inicial de 200 mg.l⁻¹, a eficiência de adsorção foi de 88,83%. A literatura considera este resíduo promissor na redução das concentrações de fósforo em meio líquido, devido a maior área superficial e elevada porosidade (LIMA et al., 2018). A capacidade de absorção de fósforo em meio suporte argiloso também foi examinada por White et al. (2011), quando expostos a concentrações máximas de 100 mg.l⁻¹, a eficiência de adsorção foi de 98%.

5 | CONCLUSÃO

O ensaio de adsorção denotou a viabilidade de utilização dos resíduos avaliados como meios promissores a remoção de fósforo em WCs, tendo em vista que os mesmos apresentaram excelentes desempenhos na adsorção deste nutriente em solução. A reutilização de resíduos de diferentes procedências como meio suporte mantém os

princípios da sustentabilidade dos WCs e aprimora a eficácia do tratamento proposto. Além disso, é uma maneira benéfica de reduzir os impactos ambientais ocasionados pela disposição inadequada e os gastos com transporte e destinação dos mesmos.

REFERÊNCIAS

1. BALLANTINE, D. J.; TANNER, C. C. **Substrate and filter materials to enhance phosphorus removal in constructed wetlands treating diffuse farm runoff: a review.** *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v. 53, n. 1, p. 71-95, 2010.
2. DI LUCA, G. A. et al. **Phosphorus distribution pattern in sediments of natural and constructed wetlands.** *Ecological Engineering*, v. 108, p. 227-233, 2017.
3. GAO, Y. et al. **Photovoltaic electrolysis improves nitrogen and phosphorus removals of biochar-amended constructed wetlands.** *Ecological Engineering*, v. 138, p. 71-78, 2019.
4. LIMA, M. X. **Performance of different substrates in constructed wetlands planted with *E. crassipes* treating low-strength sewage under subtropical conditions.** *Science of the Total Environment*, v. 630, p. 1365-1373, 2018.
5. LIU, S. et al. **Modification of sand with iron and copper derived from electroplating wastewater for eficiente adsorption of phosphorus from aqueous solutions: A combinatorial approach for na effective waste minimization.** *Journal of Cleaner Production*, v. 200, p. 471-477, 2018.
6. MATOS, M. P. et al. **Colmatação e desempenho de sistemas alagados construídos de escoamento horizontal subsuperficial ao longo de oito anos de operação.** *Eng. Sanit. Ambient*, v. 23, n. 6, p. 1227-1237, 2018.
7. ROUSSO, B.Z.; PELISSARI, C.; SEZERINO, P. H. **Desempenho de um wetland construído horizontal empregado no tratamento de esgoto doméstico ao longo de 20 anos de operação.** In: 2º Simpósio Brasileiro sobre Wetlands Construídos, 2015, Curitiba, PR.
8. SEZERINO, P. H. **Tratamento terciário de efluentes da indústria processadora de aves e suínos – Estudo em colunas de areia.** *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 13, n. 1, p. 73-79, 2007.
9. VOHLA, C. et al. **Filter materials for phosphorus removal from wastewater in treatment wetlands - A review.** *Ecological Engineering*, v. 37, p. 70-89, 2011.
10. XU, R. et al. **Effects of different substrates on nitrogen and phosphorus removal in horizontal subsurface flow constructed wetlands.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 26, p. 16229-16238, 2019.
11. WANG, Z. et al. **Screening of phosphate-removing substrates for use in constructed wetlands treating swine wastewater.** *Ecological Engineering*, v. 54, p. 57-65, 2013.
12. WHITE, R. H. et al. **Phosphorus retention in lab and field-scale subsurface-flow wetlands treating plant nursery runoff.** *Ecological Engineering*, v. 37, p. 1968-1976, 2011.

13. YANG, Y. et al. **Global development of various emerged substrates utilized in constructed wetlands**. *Bioresource Technology*, v. 261, p. 441-452, 2019.
14. YIN, H. YAN, X. GU, X. **Evaluation of thermally-modified calcium-rich attapulgite as a lowcost substrate for rapid phosphorus removal in constructed wetlands**. *Water Research*, v. 115, p. 329-338, 2017.
15. ZHU, W. L. et al. **Kinetic adsorption of ammonium nitrogen by substrate materials for constructed wetlands**. *Pedosphere*, v. 21, n. 4, p. 454-463, 2011.

CAPÍTULO 7

CHEMICAL COMPOSITION OF WASTES FROM OLIVE OIL INDUSTRY AND ITS UTILIZATION IN ANIMAL FEEDING

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 04/01/2021

Carolina Oreques de Oliveira

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Pós-Graduação em Zootecnia Pelotas – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0002-1949-8457>.

Fernanda Medeiros Gonçalves

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Integração Mercosul Pelotas – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0002-0032-3059>.

Denise Calisto Bongalardo

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fisiologia e Farmacologia Pelotas – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0001-6885-2355>

Júlia Nobre Parada Castro

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Pós-Graduação em Zootecnia Pelotas – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0003-1178-4763>

Leonel dos Santos Guido

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Pós-Graduação em Zootecnia Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9954905335668589>

ABSTRACT: The aim of this study was to analyze the chemical composition of wastes from the extraction of olive oil and to consider their

possible use in animal diets. Samples of wastes from different cultivars were collected in February 2017 from an olive oil extraction industry in Rio Grande do Sul state - Brazil, and analyzed for chemical composition through bromatology, lipid profile by chromatography and determined phenolic compounds. Olive pomace (OP) showed 27.90% of dry matter, 18% of ether extract, 5.80% of crude protein, 2.90% of mineral matter, 44.10% of crude fiber, 57% of neutral detergent fiber and 50.50% of acid detergent fiber. Crude energy for olive pomace was 5828 kcal/kg and for waste oil (WO) was 9395 kcal/kg. The saturated fatty acids had a lower representation than unsaturated fatty acids. The later accounted for more than 70% of the lipids present in each sample. Unsaturated fatty acids had predominance in both samples. Phenolic compounds were in a large proportion in waste oil (318.51 mg/kg) and were quantified at 184.22 mg/kg in olive pomace. The wastes represent an excellent source of fatty acids, phenolic compounds and other important nutrients, and can possibly be used in animal nutrition.

KEYWORDS: Animal feeding, chemical composition, olive pomace, waste oil.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE EXTRAÇÃO DO AZEITE DE OLIVA E SUA UTILIZAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

RESUMO: O objetivo deste estudo foi analisar a composição química dos resíduos da extração do azeite de oliva e considerar sua possível utilização na alimentação animal. Amostras de resíduos de diferentes cultivares foram coletadas

em fevereiro de 2017 em uma indústria extrativa de azeite de oliva no estado do Rio Grande do Sul - Brasil, e analisadas quanto à composição química por meio de bromatologia, perfil lipídico por cromatografia e determinação de compostos fenólicos. O bagaço de azeitona (BAZ) apresentou 27,90% de matéria seca, 18% de extrato etéreo, 5,80% de proteína bruta, 2,90% de matéria mineral, 44,10% de fibra bruta, 57% de fibra em detergente neutro e 50,50% de fibra em detergente ácido. A energia bruta para o bagaço de azeitona foi de 5.828 kcal/kg e para o óleo residual (OR) foi de 9395 kcal/kg. Os ácidos graxos saturados tiveram uma representação inferior aos ácidos graxos insaturados. Este último foi responsável por mais de 70% dos lipídios presentes em cada amostra. Os ácidos graxos insaturados predominaram em ambas as amostras. Os compostos fenólicos estavam em grande proporção no óleo residual (318,51 mg/kg) e foram quantificados em 184,22 mg/kg no bagaço de azeitona. Os resíduos representam uma excelente fonte de ácidos graxos, compostos fenólicos e outros nutrientes importantes, podendo ser utilizados na alimentação animal.

PALAVRAS-CHAVE: Bagaço de azeitona, composição química, alimentação animal, óleo residual.

1 | INTRODUCTION

Generation of solid waste and effluents is an inherent consequence of economic development, representing a worldwide problem. Society and industries are increasingly producing waste and very few is treated and reused in a sustainable way, leading to environmental issues.

Cultivation of olive trees and extraction of olive oil are practices exploited since thousands of years ago. Nowadays, it is estimated that about 900 million olive trees cover approximately 10 million hectares worldwide and can generate up to 80% of industrial waste (Dermeche *et al.*, 2013). By the way, some studies have shown that wastes from the industry of olive oil extraction can be an excellent source of energy, lipids and phenolic compounds (Dermeche *et al.*, 2013; Alhamad *et al.*, 2017).

Analyzing the context of world animal production, alternative ways are needed to reduce feeding costs. Animal nutrition accounts for about 70% of total production costs, and with grain limitation due to increased demand for biofuel and biodiesel production (Al-harathi, 2016) the need for alternative feedstuffs with nutritional value and low cost has grown in recent years.

The aim of the present study was to analyze the chemical composition, the fatty acid profile and the concentration of phenolic compounds of solid and liquid wastes from olive oil extraction from southern Brazil and consider their possible use in animal feeding.

2 | MATERIALS AND METHODS

Samples of solid and liquid wastes were collected in an olive oil industry located in the southern Brazil, in February 2017. The wastes came from the cultivars Arbequina,

Arbosana, Picual, Frantoio and Coratina. Fruits were pressed in a cold oil extraction machine. After pressing, oil is extracted, generating a mass composed of pulp, seed, oil and water, called olive pomace (OP). Residual liquid analyzed in this work (waste oil - WO) is the olive oil containing small remaining particles of pulp and olives that were not filtered during olive oil extraction process. This material cannot be commercialized, and its disposal by the industry becomes necessary. The extraction used by the industry is the two-phases system.

After collection, material was packed in a sealed container and stored in a refrigerated box to conserve its chemical and physical characteristics. Chemical analysis was performed at the Laboratory of Animal Nutrition of the Federal University of Pelotas (UFPEL), and quantification of crude energy, in the Laboratory of Animal Nutrition of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS). Lipid profile and phenolic compounds were analyzed in the Laboratory of Food Chromatography (UFPEL).

Bromatology, carried out only in solid waste sample, comprised the analysis of dry matter, crude protein, ether extract, crude fiber, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and ash, through the methodology described by Zenebon *et al.* (2008). Determination of crude energy was performed by the method described by Silva and Queiroz (2002), and quantified in both waste samples (solid and liquid). All analyses were performed in triplicate and the means were calculated.

Fatty acid profile was determined according to the methodology described by Hartmann and Lago (1973). Methylated esters were analyzed with a gas chromatograph equipped with a flame ionization detector (FID) and Supelco® SP2340 capillary column. Quantification was determined by the peak area of the methyl ester of interest, relative to the total area of the identified peaks, and expressed as percentage.

For determination of phenolic compounds, Folin-Ciocalteu method was used (Alves and Kubota, 2013). Analysis was performed in triplicate and results were expressed in milligrams of gallic acid equivalents per gram of sample (mg GAE/g).

3 | RESULTS AND DISCUSSIONS

Table 1 shows the crude energy, fatty acid profile and phenolic compounds of OP and WO from olive oil extraction. Olive pomace presented 27.90% of dry matter, also showing high moisture content (72.10%).

Chemical composition	Samples	
	OP ¹	WO
Moisture (%)	72.10	-
Dry matter (%)	27.90	-
Ash (%)	2.90	-
Ether extract (%)	18.00	-
Crude protein (%)	5.80	-
Crude fiber (%)	44.10	-
NDF ² (%)	57.00	-
ADF ³ (%)	50.50	-
Crude energy (kcal/Kg)	5828	9395
Fatty Acids (%)		
Tetradecanoic C14	0.03	0.01
Pentadecanoic C15	0.02	0.01
Hexadecanoic C16	15.33	14.13
Heptadecanoic C17	0.07	-
Eicosanoic C20	2.14	1.06
Docosanoic C22	0.07	-
Tricosanoic C23	0.55	0.22
Tetracosanoic C24	0.36	0.33
Hexadecenoic C16:1	3.97	1.09
Heptadecenoic C17:1	0.32	-
Oleic C18:1	74.97	71.72
Linoleic C18:2	1.32	11.07
Eicosenoic C20:1	0.40	0.19
Eicosadienoic C20:2	0.02	0.01
Eicosatrienoic C20:3	0.14	0.10
Eicosatetranoic C20:4	0.21	0.04
Docosenoic C22:1	0.03	0.01
Docosadienoic C22:2	0.05	-
Docosahexanoic C22:6	-	0.01
Phenolic compounds (mg GAE/g)	0.184	0.318

¹Values of chemical composition expressed in dry matter; ²Neutral detergent fiber; ³Acid detergent fiber; - no significant values.

Table 1. Chemical composition of olive pomace (OP) and waste oil (WO) from the olive oil extraction process.

The result found for dry matter in OP are in agreement with those found by Albuquerque *et al.* (2004) whose moisture content of OP varied from 55.60% to 74.50%. Moisture content is an important factor for food conservation. High humidity can impair

food quality, causing proliferation of fungi and bacteria (Fiorda and Siqueira, 2009) that can cause metabolic problems or even more serious animal diseases.

The percentage of crude protein found in the analyzed material was 5.80%. Chiofalo *et al.* (2004) found a lower value (3.28%) in olive pomace cake composition, however Martín-García *et al.* (2003) and Albuquerque *et al.* (2004) obtained values of more than seven percent when analyzing the same wastes from olive oil extraction. According to Hou *et al.* (2017), protein has a vital role in animal organism, since it is directly related to tissue formation, muscle activity, nutrient transport, and hormonal and enzymatic formation.

Regarding the percentage of fat, the value found in the sample of OP analyzed was 18%. The OP sample showed a higher percentage of fat in comparison with the main energetic ingredients used in non-ruminants diets, such as corn and sorghum, which present fat average of three percent in their composition (Rostagno *et al.*, 2011). Furthermore, lipid percentage observed is higher than results obtained by distinct authors in different olive pomace studies, which varied from 11 to 13% (Albuquerque *et al.*, 2004; Alharthi and Attia, 2015; Alhamad *et al.*, 2017).

In animal feeding, fats are used as a tool to obtain greater available energy for the body's metabolic processes, since lipids have 2.25 times more energy than carbohydrates. Vegetable oils, especially olive oils, are rich in omega 6 and omega 3 fatty acids, the latter being able to decrease lipogenic capacity of hepatic and adipose tissues, reflecting in carcasses lipid quality (Ribeiro *et al.*, 2008).

Olive pomace has crude fiber percentage of 44.1%, neutral detergent fiber of 57% and acid detergent fiber of 50.5%. With high fiber content, NDF and ADF in olive pomace, it is possible to classify the material as a bulky food. Martín-García *et al.* (2003), analyzing the chemical composition of olive pomace cake and the nutrient availability for ruminants, observed 62% of NDF and 54% of ADF.

Structural component of plants cell wall, fiber constitutes the portion with lower or slower digestibility in food. However, for ruminants, fiber is an important energetic substrate for rumination and rumen health (Adesogan *et al.*, 2019). Neutral detergent fiber has been widely studied because it interferes with diet quality and is related to food dry matter intake capacity, due to the presence of cellulose and hemicellulose and their particularities in decreasing the passage rate in the gastrointestinal system (Kozloski *et al.*, 2006). Differently from NDF, ADF does not present hemicellulose in its composition, being composed of cellulose, lignin, proteins and minerals. Lignin is the fraction that cannot be digested by animals. Therefore, the higher concentration of ADF in a given food, the lower its quality (Geron *et al.*, 2014; Goulart *et al.*, 2016).

Regarding minerals, the percentage observed was low (2.90%). The amount of minerals present in the olive pomace found in this study was lower than the value observed by Medeiros *et al.* (2016). The authors found higher values in samples of processed olive pomace (4.58%). By carefully evaluating macro and microminerals in olive pomace,

Albuquerque et al. (2004) concluded that macrominerals, such as phosphorus (1.2 g/kg), potassium (19.8 g/kg), calcium (4.5 g/kg) and magnesium (1.7 g/kg) are in significant concentrations in olive pomace.

Minerals are essential nutrients for animal growth, maintenance, and production. Calcium and phosphorus, for example, act not only as structural components of body tissue, but also as important electrolytes in the acid-basic balance, in osmotic pressure maintenance, and in membrane permeability (Soetan *et al.*, 2010). Essential for correct body function, the deficiency of any mineral can lead to serious pathologies and metabolic disorders.

As for crude energy, WO had a high value (9395 kcal/kg), while in solid waste the energy content was 5828 kcal/kg. Molina-Alcaide and Yáñez-Ruiz (2008) carried out a review about olive pomace analyzes and found an average of 4708 kcal/kg of crude energy. This value is similar to that found by Martín-García *et al.* (2003) (4469 kcal/kg) in olive pomace cake samples from two-phase extraction systems. However, the values found by the different authors are lower than the gross energy found in the samples of this study.

Comparing the waste analyzed in the present work with the main ingredients used in the formulation of non – ruminants' diets, we can perceive the high nutritional potential of olive pomace. Corn grain has an average of 3925 kcal/kg of crude energy, low tannin sorghum has 3928 kcal/kg, rice bran has 4394 kcal/kg, and soybean meal has 4079 kcal/kg of crude energy in their composition (Rostagno *et al.*, 2011).

In relation to lipid profile of both samples, in saturated fatty acids series, hexadecanoic acid (C16) was found in a high concentration, with 15.33% in OP, and 14.13% in WO. The second saturated with a significant percentage was eicosanoic, presenting values of 2.14% in OP and 1.06% in WO. Unsaturated fatty acids had predominance in both samples. In OP, oleic (C18:1) and linoleic (C18:2) presented a percentage of 74.97% and 1.32%, respectively. In WO, although concentration of oleic acid (71.72%) was very close to that found in OP, the presence of linoleic acid was almost ten times greater than in the oil (11.07%). Still in unsaturated fatty acids series, there was a significant concentration of hexadecenoic acid (C16:1), with 3.97% in OP and 1.09% in WO.

Values observed for WO lipid profile are in agreement with results found by Gómez-Cortés *et al.* (2008). Solid waste (OP) oil profile is very close to values described by Nasopoulou *et al.* (2011).

Not only in animal nutrition, but also in human food, the most used fat source is soybean oil. Chemical composition of soybean oil lipids can vary widely, as there are different variations of cultivar and of planting regions. According to Yeam *et al.* (2020), the concentration of saturated fatty acids in soybean oil is low, with values close to 15%, and the 85% remaining formed by monounsaturated and polyunsaturated fatty acids.

Comparing soybean oil with both residues analyzed in the present work, we can observe their similarity regarding fat composition. However, oleic acid is found in greater

amounts in by-products (OP=74.97%, WO=71.72%), compared to soybean oil (24%) (Yeam *et al.*, 2020).

Concentration of phenolic compounds was higher in WO, with about 0.318 mg GAE/g phenols, than in OP, in which the concentration was of 0.184 mg GAE/g. Phenolic compounds are substances that represent about 2% of the composition of olive fruits and their by-products (Elbir *et al.*, 2015), but their concentration can be affected by factors such as plant maturity, climatic conditions and storage time after harvesting. Presence of polyphenols is also influenced by the oil extraction process, time and volume of water used in the pressing (Morsi *et al.*, 2016). Goldsmith *et al.* (2014) evaluated phenolic compounds presence in olive oil and found 0.250 mg GAE/g, a value similar to this work.

Phenolic compounds are known to have antioxidant activity, which prevents against free radicals that cause cellular oxidation. In addition, Achkar *et al.* (2013) report that these oxidation reactions can be directly linked to diseases, such as cancer, arteriosclerosis, arthritis, diabetes, and cardiovascular diseases. The same authors also point out that oxidation reactions can also occur in foods, reducing their nutritional value and changing characteristics, such as odor and taste. Thus, the presence of compounds with antioxidant potential in animal feed can bring benefits that would economically impact production.

Due to the volume of waste generated by the olive oil extraction industry and to the potential use of residues, several studies have been carried out in the area of animal nutrition, with satisfactory results being observed in animal's performance. In a study on sheep milk quality, Gómez-Cortés *et al.* (2008) concluded that the presence of oil from the extraction of olive oil in the animal's diet did not influence dry matter intake, and moreover, showed a tendency to increase milk production, as well as its content of fat, protein and total solids. For male sheep, Mioč *et al.* (2007) provided diets containing 15 and 30% of olive pomace cake and verified that inclusion of 15% presented the best results regarding daily weight gain and slaughter weight.

Some research on non-ruminants has also achieved important results. Nasopoulou *et al.* (2011) evaluated the inclusion of OP in the diet of different fish species and concluded that there was no statistical difference between diets (with or without OP) regarding feed conversion and growth rate. Al-Harathi and Attia (2015) included the solid residue of olive industry in Hy-Line hens diet and their results pointed out that addition of up to 30% of residue does not have negative effect on birds performance, such as egg production and body weight.

Based on the chemical composition, fatty acid profile and concentration of phenolic compounds from wastes of olive oil extraction, it is possible these by-products can be used in the feeding of farms animals, even though they are currently little explored in Brazil.

4 | CONCLUSION

The olive pomace and waste oil can possibly be used as ingredients of high nutritional value in the diet of farm animals. However, digestibility assays are suggested to evaluate the influence of crude fiber levels on non-ruminants performance. It is also worth to point out the importance of disposing industrial waste for noble purposes, such as the production of animal protein, integrating human and animal food industries and promoting environmental sustainability.

REFERENCES

- Achkar, M.T., G.M. Novaes, M.J.D. Silva and W. Vilegas. 2013. **Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: Importância na dieta e na conservação de alimentos.** Revista da Universidade Vale do Rio Verde 11:398-406. Doi: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v11i2.398406>.
- Adesogan, A.T., Y. Jiang, A. Oyebade, E.M. Paula, A.A. Pech-Cervantes, J.J. Romero, L.F. Ferraretto and D. Vyas. 2019. **Symposium review: Technologies for improving fiber utilization.** J. Dairy Sci. 102: 5726-5755. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15334>.
- Albuquerque, J.A., J. González, D. García and J. Cegarra. 2004. **Agrochemical characterisation of “alperujo”, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction.** Bioresour. Technol. 91:195-200. Doi: [https://10.1016/S0960-8524\(03\)00177-9](https://10.1016/S0960-8524(03)00177-9).
- Alhamad, M.N., T.M. Rababah, M. Al-u'datt, K. Ereifej, R. Esoh, H. Feng and W. Yang. 2017. **The physicochemical properties, total phenolic, antioxidant activities, and phenolic profile of fermented olive cake.** Arab. J. Chem. 10:136-140. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2012.07.002>.
- Al-harathi, M.A. 2016. **The efficacy of using olive cake as a byproduct in broiler feeding with or without yeast.** Ital. J. Anim. Sci. 15:512-520. Doi: <https://10.1080/1828051X.2016.1194173>.
- Al-harathi, M.A. and Y.A. Attia. 2015. **Effect of Citric Acid on the Utilization of Olive Cake Diets for Laying Hens.** Ital. J. Anim. Sci. 14:394-402. Doi: <https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3966>.
- Alves, E. and E.H. Kubota. 2013. **Conteúdo de fenólicos, flavonoides totais e atividade antioxidante de amostras de própolis comerciais.** Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl. 34:37-41.
- Chiofalo, B., L. Liotta, A. Zumbo and V. Chiofalo. 2004. **Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition.** Small Ruminant Res. 55:169-176. Doi: <https://10.1016/j.smallrumres.2003.12.011>.
- Dermeche, S., M. Nadour, C. Larroche, F. Moulti-Mati and P. Michaud. 2013. **Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies.** Process Biochem. 48:1532-1552. Doi: <https://10.1016/j.procbio.2013.07.010>.
- Elbir, M., N.E. Es-Safi, A. Amhoud and M. Mbarki. 2015. **Characterization of phenolic compounds in olive Stones of three moroccan varieties.** Maderas – Cienc. Tecnol. 17:479-492.

Fiorda, F.A. and M.I.D. de Siqueira. 2009. **Avaliação do pH e atividade de água em produtos cárneos**. Estudos 36:817-826. Doi: <http://dx.doi.org/10.18224/est.v36i4.1132>.

Geron, L.J.V., L.S. Cabral, R.J. Trautmann-Machado, L.M. Zeoula, E.B. Oliveira, J. Garcia, M.R. Gonçalves and Soares R.P. Soares. 2014. **Evaluation of the content of neutral detergent fiber and acid through different procedures applied to forage plants**. Semina: Ciên. Agrár. 35:1533-1542.

Goldsmith, C.D., C.E. Stathopoulos, J.B. Golding and P.D. Roach. 2014. **Fate of the phenolic compounds during olive oil production with the traditional press method**. Int. Food Res. J. 1 (1):101-109.

Gómez-Cortés, P., P. Frutos, A.R. Mantécon, M. Juárez, M.A. de La Fuente and G. Hervás. 2008. **Addition of Olive Oil to Dairy Ewe Diets: Effect on Milk Fatty Acid Profile and Animal Performance**. J. Dairy Sci. 91 (8):3119-3127. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0954>.

Goulart, F.R., T.J. Adorian, P.I. Mombach and L.P. da Silva. 2016. **Importance of dietary fiber in non-ruminant animal nutrition**. Rev. Ciên. Inov. 1 (1):141-154.

Hartman, L. and R.C.A. Lago. 1973. **Rapid preparation of fatty acids methyl esters**. Lab. Pract. 22 (6):475-476.

Hou, Y., Z. Wu, Z. Dai, G. Wang and G. Wu. 2017. **Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance**. J. Anim. Sci. Biotechnol., 8 (24). Doi: <http://doi.org/10.1186/s40104-017-0153-9>.

Kozloski, G.V., L.M. Trevisan, L.M. Bonnacarrère, C.J. Harter, G. Fiorentini, D.B. Galvani and C.C. Pires. 2006. **Levels of neutral detergent fiber in lambs diets: intake, digestibility and ruminal fermentation**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 58 (5):893-900. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000500027>.

Martín-García, A.I., A. Moumen, D.R. Yáñez-Ruiz and E. Molina-Alcaide. 2003. **Chemical composition and nutrients availability for goats and sheep of two-stage olive cake and olive leaves**. Anim. Feed Sci. Technol. 107 (1-4):61-74. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00066-X](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00066-X).

Medeiros, R.M.L., F. Villa, D.F. Silva and L.R.C. Júlio. 2016. **Destination and reuse of by products from olive oil extraction**. Rev. Sci. Agrár. Para. 15 (2):100-108. Doi: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n2p100-108>.

Mioč, B., V. Pavič, I. Vnučec, Z. Prpič, A. Kostelič and V. Suši. 2007. **Effect of olive cake on daily gain, carcass characteristics and chemical composition of lamb meat**. Czech J. Anim. Sci. 52 (2):31-36. Doi: <http://doi.org/10.17221/2261-CJAS>.

Molina-Alcaide, E. and D.R. Yáñez-Ruiz. 2008. **Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review**. Anim. Feed Sci. Technol. 147 (1-3):247-264. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.021>.

Morsi, M.K.S., S.M. Galal and O. Alabdulla. 2016. **Antioxidative Activity of Olive Pomace Polyphenols Obtained by Ultrasound Assisted Extraction**. J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol. 10 (11):95-100. Doi: <http://dx.doi.org/10.9790/2402-10110195100>.

Nasopoulou, C., G. Stamatakis, C.A. Demopoulos and I. Zabetakis. 2011. **Effects of olive pomace and olive pomace oil on growth performance, fatty acid composition and cardio protective properties of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*)**. Food Chem. 129 (3):1108-1113. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.086>.

Ribeiro, P.A.P., P.V.R. Logato, D.A. de J. Paula, A.C. Costa, L.D.S. Murgas and R.T.F. de Freitas. 2008. **Effect of different oils in the diet on lipogenesis and the lipid profile of Nile tilapias**. Rev. Bras. Zootec. 37 (8):1331-1337. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000800001>.

Rostagno, H.S., L.F.T. Albino, J.L. Donzele, P.C. Gomes, R.F. de Oliveira, D.C. Lopes, A.S. Ferreira, S.L. de T. Barreto and R.F. Euclides. 2011. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. Editora UFV Viçosa.

Silva, D.J. and A.C. de. Queiroz. 2002. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. Editora UFV Viçosa.

Soetan, K.O., C.O. Olaiya and O.E. Oyewole. 2010. **The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review**. Afr. J. Food Sci. 4 (5):200-222.

Yeom, W.W., H.J. Kim, K.R. Lee, Cho H.S., J.Y. Kim, H.W. Jung, S.W. Oh, S.E. Jun, H.U. Kim and Y.S. Chung. 2020. **Increased Production of α -Linolenic Acid in Soybean Seeds by Overexpression of Lesquerella FAD3-1**. Front. Plant Sci. 10 (1812). Doi: <http://doi.org/10.3389/fpls.2019.01812>.

Zenebon, O., N.S. Pascuet and P. Tíglea. 2008. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Instituto Adolfo Lutz São Paulo.

CAPÍTULO 8

APLICAÇÃO DE FUNGOS NA BIORREMEDIAÇÃO DE RESÍDUOS LÁCTICOS: UMA MINI REVISÃO

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 08/03/2021

Nayara Lizandra Leal Cardoso

Universidade Federal de São João del-Rei
Divinópolis – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0007581766721932>

Felipe Ferreira Silva

Universidade Federal de São João del-Rei
Divinópolis – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/3251752473861888>

Júlia Antunes Tavares Ribeiro

Universidade Federal de São João del-Rei
Divinópolis – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5667044144537842>

Raquel Valinhas e Valinhas

Universidade Federal de São João del-Rei
Divinópolis – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/2779078542237854>

Wanderson Duarte Penido

Universidade Federal de São João del-Rei
Divinópolis – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7566298571330064>

Anna Kelly Moura Silva

Universidade Federal de São João del-Rei
Divinópolis – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/3417948400743127>

Daniel Bonoto Gonçalves

Universidade Federal de São João del-Rei
Divinópolis – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9626156925715316>

RESUMO: Ultimamente, uma das maiores dificuldades enfrentadas pelo homem são os danos causados ao meio ambiente. Os níveis de poluição têm atingido valores preocupantes. Das formas de poluição, o descarte de resíduos, principalmente a nível industrial, tem afetado de forma rigorosa o meio ambiente, impulsionando a busca por tecnologias que mitiguem ao máximo o dano causado pelo descarte de resíduos. A utilização de organismos vivos para degradação dos compostos residuais tóxicos surgiu como ferramenta inovadora para o tratamento destes resíduos, em um processo chamado de biorremediação. Na indústria de laticínios, onde uma grande diversidade de resíduos orgânicos e inorgânicos é descartada diariamente, este processo tem atraído cada vez mais atenção. Fungos são organismos extremamente atrativos para o processo de biorremediação por serem capazes de secretar uma gama de compostos e de se adaptar às mais diversas condições físico-químicas e ambientais. Neste contexto, o objetivo desta mini revisão é ilustrar o estado da arte de aplicação de leveduras e fungos filamentosos em processos de biorremediação de resíduos lácticos, destacando as principais tecnologias e processos utilizando estes organismos como biorremediadores na indústria de laticínios.

PALAVRAS-CHAVE: Biorremediação; Resíduos lácticos; Leveduras; Fungos filamentosos.

BIOREMEDIATION OF DAIRY WASTEWATER USING FUNGI: A MINI REVIEW

ABSTRACT: Lately, one of the greatest difficulties

faced by humanity is the damage caused to the environment. Pollution levels have reached worrying numbers. Among the forms of pollution, the disposal of wastewater, especially at the industrial level, has severely affected the environment, stimulating the search for technologies that mitigate the damage caused by the disposal of wastewater. The use of living organisms for the degradation of toxic residual compounds has emerged as an innovative tool for the treatment of these residues, in a process called bioremediation. In the dairy industry, where a wide range of organic and inorganic waste is discarded daily, this process has attracted more attention each day. Fungi are extremely attractive organisms for the bioremediation process, because they are able to secrete a wide variety of compounds and adapt to the most diverse physical-chemical and environmental conditions. In this context, the objective of this mini review is to illustrate the state of the art of applying yeasts and filamentous fungi in dairy wastewater on bioremediation processes, highlighting the main technologies using these organisms as bioremediators in the dairy industry.

KEYWORDS: Bioremediation; Dairy wastewater; Yeast; Filamentous fungi.

1 | INTRODUÇÃO

Paralelamente ao desenvolvimento científico e tecnológico alcançado nas últimas décadas, a poluição, de uma forma geral, tem tomado proporções ambientais preocupantes. Dentre as diversas formas de poluição é possível destacar uma grande área que têm crescido exponencialmente: o descarte de resíduos. Principalmente a nível industrial, o descarte de resíduos tem afetado drasticamente o meio ambiente e conseqüentemente estimulado a busca por novas tecnologias que sejam capazes de tratar e remediar o possível dano destes descartes (Pawari & Gawande, 2015; Inyinbor *et al.*, 2018). A biorremediação, que pode ser definida como a aplicação de organismos vivos para degradação de contaminantes, poluentes e agentes nocivos, diminuindo assim suas concentrações a níveis não danosos, é uma das grandes áreas de estudo aplicadas para o tratamento de descartes (Zouboulis *et al.*, 2018; Vishwakarma *et al.*, 2020)

A indústria de laticínios, assim como todas as indústrias que geram resíduos poluentes, precisa lidar de alguma forma para minimizar ou neutralizar completamente os resíduos descartados (Chatterjee *et al.*, 2015). Dentre os principais resíduos descartados pela indústria de laticínios é possível destacar resíduos orgânicos, como proteínas, gorduras, lactose e ácido láctico, e também outros tipos de resíduos químicos, como minerais, detergentes e produtos de limpeza, por exemplo (Tomer *et al.*, 2020). Com esta variedade de resíduos descartados diariamente, é necessário que sejam criadas tecnologias capazes de abranger cada vez mais os diferentes tipos de componentes do descarte, e é aí que os fungos entram como agentes promissores para serem utilizados na biorremediação de resíduos lácticos (Awasti & Anand, 2020).

Fungos, normalmente divididos em duas grandes classes (leveduras e fungos filamentosos), são organismos capazes de produzir uma gama de compostos e se adaptar com imensa facilidade à diversas condições ambientais (Prasad, 2017). A facilidade com

que estes organismos crescem e se adaptam aos mais diferentes tipos de substratos atrela a eles um valor econômico muito grande, apresentando a capacidade de serem utilizados nos mais diversos tipos de resíduos, e isso concede as estes organismos uma grande vantagem na utilização dos mesmos nos processos de biorremediação (Soares *et al.*, 2011; Tomer *et al.*, 2020).

A biorremediação de efluentes por meio do emprego de fungos pode se dar através de três processos: bioissorção, biodegradação e bioacumulação (Jafari *et al.* 2014). Bioissorção é um processo de retenção, remoção ou recuperação de metais pesados presentes em meio líquido, utilizando-se de biomassa (morta/inativa) microbiana (Volesky, 2001). Ela pode ocorrer por meio dos mecanismos de coordenação, complexação, quelação, precipitação, adsorção e troca iônica (Da Silva *et al.*, 2014). A biotransformação é um processo de modificação da estrutura química dos poluentes tóxicos por meio de enzimas produzidas pelos microrganismos. Quando esses poluentes são degradados e se tornam metabólitos inofensivos ou inertes, chamamos esse processo de biodegradação (Helmy *et al.* 2019). Para que isso ocorra, é necessário que o microrganismo consiga assimilar e metabolizar a molécula original e os seus produtos secundários da degradação (Gaylarde *et al.*, 2005). Diferentemente da bioissorção, o processo de bioacumulação utiliza-se de células vivas para remoção de metais pesados em ambientes contaminados, porém com um mecanismo um pouco mais complexo e dependente do metabolismo do microrganismo. Isto porque, após a captação dos íons metálicos pela superfície celular eles são transportados e penetram na membrana celular se conectando a estruturas intracelulares (Hansda *et al.*, 2016). Portanto, é necessário que o microrganismo em questão seja capaz de suportar altas cargas poluidoras e um acúmulo excessivo no interior da célula (Koçberber e Dönmez, 2007).

Assim, o objetivo geral desta mini revisão é ilustrar as principais aplicações de leveduras e fungos filamentos para a biorremediação de resíduos oriundos da indústria de laticínios, destacando a importância e o potencial biotecnológico de aplicação destes organismos como agentes biorremediadores.

2 | BIORREMEDIAÇÃO POR LEVEDURAS

O uso de leveduras em processos biotecnológico tem sido cada vez maior (Johnson e Echavarri-erasun, 2011). Isso se dá pelo fato de que a maioria de suas espécies não apresentam patogenicidade para humanos e animais e possuem uma diversidade de propriedades (Massoud *et al.*, 2019).

Muito se tem relatado a respeito da capacidade de biorremediação de efluentes por leveduras (Porwal *et al.*, 2015; Islam *et al.*, 2018; Gaboardi *et al.*, 2018). Além de possuir boas taxas de crescimento e serem facilmente cultivadas em larga escala, são resilientes, se adaptam a diferentes condições ambientais e suportam altas concentrações de sal

(Arous *et al.*, 2016; Sreedharan e Rao, 2019). Algumas espécies possuem a capacidade de auto-agregação, o que permite uma fácil separação de suas células no efluente após o tratamento (Soares e Soares, 2012).

O crescimento de leveduras em produtos lácteos e suas águas residuais, pode ser explicado devido sua capacidade de assimilar os ácidos lático e cítrico, fermentar a lactose, produzir lipases e proteases extracelulares e suportar alto teor de sal (Borelli *et al.*, 2006). Frequentemente são encontrados em águas residuais de laticínios as leveduras pertencentes aos gêneros *Saccharomyces*, *Candida*, *Cryptococcus* (Madigan *et al.*, 2015; Kasmi *et al.*, 2016).

Estudos realizados por Keffala e colaboradores (2017), avaliaram o potencial de biodegradação de microrganismos isolados do lodo ativado da indústria de laticínios. Experimentos utilizando as leveduras *Candida albicans* e *C. krusei*, e as bactérias *Lactobacillus plantarum* e *L. casei*, mostraram que a cultura mista de bactéria reduziu em 75,8% a demanda química de oxigênio das águas residuais de laticínios enquanto a cultura mista de levedura reduziu em 70,7%. Contudo, o consórcio de leveduras conseguiu uma maior redução do teor de açúcar total, e o consórcio de bactérias uma redução maior do teor de proteínas.

Entretanto, há alguns estudos utilizando leveduras autóctones para tratamento de efluentes de indústrias de laticínios. Recentemente, um estudo realizado por Dunoyer e colaboradores (2020), mostrou que o extrato enzimático bruto da levedura *Yarrowia lipolytica* conseguiu reduzir em 43,32% os níveis da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e em 44,3% a demanda química de oxigênio (DQO) das águas residuais de laticínios. No mesmo estudo, a cepa da *Y. lipolytica* ATCC 9773 se mostrou capaz de reduzir em 82,88% o teor de gordura do mesmo efluente.

Além de estudos utilizando leveduras para tratar os efluentes industriais, a biodegradação permite o emprego destes microrganismos para transformar resíduos em produtos de valor agregado (Johnson, 2013). O soro de leite gerado a partir da produção de queijo, que por muito tempo foi considerado um subproduto de ameaça para o meio ambiente, tem sido usado como matéria prima para transformação de substâncias poluentes em diversos produtos (Ryan e Walsh, 2016). Segundo Koushki e colaboradores (2012), geralmente são encontradas as leveduras do gênero *Kluyveromyces* e *Candida* no soro de queijo.

Diversos estudos relatam o potencial fermentativo do soro de queijo em etanol por meio de leveduras. Como Farkas e colaboradores (2019) que relataram uma eficiência de 87,5% na conversão da lactose em etanol por uma cultura mista de *Saccharomyces cerevisiae* e *K. marxianus*. Em outros estudos, Sampaio e colaboradores (2019) conseguiram uma concentração de 22,2 g.L⁻¹ de etanol utilizando a levedura *K. lactis* na fermentação de soro de queijo. Também, Andrade e colaboradores (2015) relataram eficiência no uso de *Saccharomyces cerevisiae* para produção de etanol com fermentação do soro de leite

adicionado de sacarose.

Resultados relatados por Pendón e colaboradores (2020) demonstraram a capacidade da levedura *K. marxianus* CIDCA 9121 em fermentar a lactose presente no soro em etanol e possuir propriedades probióticas em suas células, permitindo uma interação na produção de proteína de soro de leite, etanol combustível e probióticos do soro de queijo.

Uma cultura de levedura, composta por 99% de *Vanrija albida*, foi utilizada para avaliar a biodegradação em soro ácido sintético, simulando a água residual da fabricação de queijo. Esse processo apresentou uma redução máxima de 93% da demanda química de oxigênio e potencial aplicação da biomassa obtida em suplementos alimentar para animais (Frigon, 2020).

A também levedura alóctones *Meyerozyma guilliermondii*, se mostrou uma boa produtora de lipase ácida usando apenas o soro como fonte de nutrientes, com potencial uso na indústria de alimentos para animais em estudos realizados por Knob e colaboradores (2020).

Essa crescente demanda por insumos em atividade pecuária e agrícola, impulsiona a busca por tecnologias ambientais capazes de proporcionar o desenvolvimento sustentável. Nesse cenário, estudos biotecnológicos e aplicações de biorremediação tem cada vez mais ganhado lugar tanto para controle ambiental quanto para aplicação em produto de valor agregado (López *et al.*, 2020).

3 | BIORREMEDIAÇÃO POR FUNGOS FILAMENTOSOS

Fungos filamentosos, diferentemente das leveduras, são organismos multicelulares que apresentam parede celular e que são capazes de se reproduzirem e se desenvolverem através da formação de micélio, um conjunto de filamentos celulares denominados hifas (FREE, 2013; KAVANAGH, 2018). Por serem organismos conhecidos graças a sua alta capacidade de produção, processamento e secreção de proteínas, além de possuírem uma estrutura celular bem característica, os fungos filamentosos atuam significativamente em diversos processos cotidianos, ambientais e biotecnológicos, como, na produção de alimentos e bebidas, na reciclagem e decomposição de compostos, na indústria farmacêutica, na produção de rações, bem como na indústria têxtil e celulósica, por exemplo (CAMPAGNANI *et al.*, 2017).

Especificamente em processos de biorremediação, por apresentarem grande variedade morfológica e capacidade de adaptação metabólica frente à diversas fontes de energia, os fungos filamentosos são organismos aplicados no tratamento de diferentes classes de efluentes. Tal capacidade de adaptação e flexibilidade confere a estes organismos um alto potencial de biorremediação, permitindo a escolha de diferentes espécies de fungos dependendo do substrato a ser tratado (DESHMUKH *et al.*, 2016). Dentro da diversidade de efluentes tratados com a utilização de fungos filamentosos é possível destacar diversos

compostos, como corantes e resíduos da indústria têxtil, plásticos, pesticidas, petróleo, metais pesados, poluentes orgânicos e resíduos da indústria de laticínios (AKHTAR *et al.*, 2013; BALDRIAN, 2003; DESHMUKH *et al.*, 2016; HAYET & ABDELTIFF, 2013; MENEZES, 2017; JEBAPRIYA & GNANADOSS, 2013; REYA, 2013).

Em relação às indústrias de laticínios, assunto abordado nesta revisão, a forma com que as empresas precisam manipular os resíduos provenientes dos processos de fabricação é um ponto crucial para este tipo de seguimento, pois tais resíduos contêm altos níveis de compostos orgânicos como lipídeos, proteínas e alguns açúcares, sais inorgânicos, bem outros tipos de poluentes, como detergentes e produtos sanitários aplicados no processo (KOLHE *et al.*, 2009; DJELAL & AMRANE, 2013). Devido à sua capacidade de secreção em larga escala bem como a diversidade de classes de proteínas que fungos filamentosos são capazes de produzir, estes organismos são alvos interessantes, porém pouco utilizados, para processamento de resíduos oriundos da produção de laticínios (DJELAL & AMRANE, 2013).

Dentre algumas aplicações, DJELAL & AMRANE, 2013 reportaram a utilização de um conjunto de três espécies de fungos filamentosos para fazer a biorremediação de resíduos de laticínios. As espécies *Aspergillus niger*, *Mucor hiemalis* e *Galactomyces geotrichum* foram utilizadas em três escalas diferentes a fim de mensurar o escalonamento da técnica, numa escala laboratorial (4L), num tamanho piloto (110L) e em escala industrial em uma estação de tratamento de resíduos. Os resultados mostraram eficiência na utilização do conjunto de fungos quando realizado pré-inóculo, aumentando os valores de remoção da Demanda Química de Oxigênio (DQO - parâmetro utilizado para mensurar a quantidade de matéria orgânica, passível de sofrer oxidação por meios químicos, que existam em uma amostra líquida), de 55% para 75% em escala laboratorial e em escala industrial, e além de aumentar os valores de remoção da DQO, a utilização do conjunto de fungos acelerado por pré-inóculo ainda aumentou a degradação de compostos chamados de “não biodegradáveis”, mostrando a capacidade destas espécies de fungos filamentosos bem como o potencial de combinação de diferentes espécies para tratar este tipo de resíduo.

Em outro estudo, Mahboubi *et al.*, 2017 cultivaram *A. oryzae* e *Neurospora intermedia* em resíduos da indústria de laticínios com objetivo de produzir biomassa de valor agregado, como ração para animais e peixes e para consumo humano, além da possibilidade de produzir alguns compostos químicos como etanol e glicerol, a partir destes resíduos. De acordo com os autores, a partir de cada grama de resíduo foi possível obter 0,48g de biomassa e 0,06g de etanol utilizando estes fungos filamentosos como agentes biorremediadores, quantidades relativamente altas para produtos que seriam apenas descartados. Com objetivo de comparar a capacidade de biorremediação destes resíduos, outro estudo realizado por AL-Wasify *et al.*, 2017 utilizou a combinação de cinco espécies de bactérias (*Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Staphylococcus aureus* e *Enterococcus hirae*) e três espécies de fungos

filamentosos (*Alternaria* sp., *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp.) isoladas a partir do próprio resíduo. De forma simples, apesar de uma pequena vantagem na utilização das bactérias para biorremediação, o estudo destacou a vantagem da utilização de ambos organismos. Os valores de remoção de DQO e DBO após filtração do resíduo utilizando o conjunto de bactérias foram de 78.5% e 78.7%, respectivamente, e para o conjunto de fungos filamentosos os valores foram de 77.8% de remoção de DQO e 74.6% de remoção de DBO. Além disso a remoção de sólidos suspensos foi de 99,3% com a utilização de bactérias e 99,0% quando utilizados fungos filamentosos.

Nesse contexto, apesar de apresentarem características interessantes como a capacidade de adaptação a diferentes meios de cultivos e a diversidade metabólica, fungos filamentosos aparecem como uma alternativa promissora, mas pouco aplicada, na biorremediação de resíduos de laticínios.

REFERÊNCIAS

AKHTAR S, MAHMOOD-UL-HASSAN M, AHMAD R, SUTHOR V, YASIN M. Metal tolerance potential of filamentous fungi isolated from soils irrigated with untreated municipal effluent. **Soil Environ.** 32:55–62, 2013.

AL-WASIFY RS, ALI MN AND HAMED, SR. Biodegradation of dairy wastewater using bacterial and fungal local isolates. **Water Science and Technology**, 76(11), 3094–3100. doi:10.2166/wst.2017.481, 2017.

ANDRADE, R. S.; NETO, J. A. A.; LOPES, R. C. S. Q.; . Valorização biotecnológica de soro de leite por fermentação utilizando *Saccharomyces cerevisiae*. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 11, n. 2, 2015.

AROUS, F. *et al.* Potential utilization of agro-industrial wastewaters for lipid production by the oleaginous yeast *Debaryomyces etchellsii*. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 899-909, 2016.

AWASTI, N., ANAND, S. The Role of Yeast and Molds in Dairy Industry: An Update. In: Minj J., Sudhakaran V A., Kumari A. (eds) **Dairy Processing: Advanced Research to Applications**. Springer. Singapore. doi.org/10.1007/978-981-15-2608-4_12, 2020.

BALDRIAN, P. (2003). Interactions of heavy metals with white-rot fungi. **Enzyme Microb. Technol.** 32:78-91, 2003.

BORELLI, B. M.; FERREIRA, E. G.; LACERDA, I. C. A.; FRANCO, G. R.; ROSA, C. A. Yeast populations associated with the artisanal cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 22, p. 1115–1119, 2006.

CAMPAGNANI, M. O. *et al.* Prospection and fungal virulence associated with *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) in an Amazon silvopastoral system. *Florida Entomologist*, v. 100, n. 2, p. 426-432, 2017.

CHATTERJEE, S., MEHTANI, P., GUPTA, N. *In situ* Bioremediation of Dairy Waste Water—A Novel Approach in Dairy Waste Management. **IISU JOST**. 4. 6-10, 2015.

DA SILVA, J. L. B. C. *et al.* Biossorção de metais pesados: Uma revisão. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 3, n. 3, p. 137-149, 2014.

DESHMUKH, R.; KHARDENAVIS, A. A.; PUROHIT, H. J. Diverse metabolic capacities of fungi for bioremediation. **Indian Journal of Microbiology**, 56(3):247-264, 2016.

DJELAL H, AMRANE A. Biodegradation by bioaugmentation of dairy wastewater by fungal consortium on a bioreactor lab-scale and on a pilot-scale. **Journal of Environmental Sciences**, Elsevier, 25 (9), pp.1906-1912. ff10.1016/S1001-0742(12)60239-3ff, 2013.

DUNOYER, A. T.; CUELLO, R. E. G.; SALINAS, R. P. Biodegradation of dairy wastes using crude enzymatic extract of *Yarrowia lipolytica* ATCC 9773. **Revista Ambiente & Água**, v. 15, n. 1, 2020.

FARKAS, Csilla *et al.* Batch and Fed-Batch Ethanol Fermentation of Cheese-Whey Powder with Mixed Cultures of Different Yeasts. **Energies**, v. 12, n. 23, p. 4495, 2019.

FREE, S. J. Fungal Cell Wall Organization and Biosynthesis. **Advances in Genetics**, 33–82. doi:10.1016/b978-0-12-407677-8.00002-6, 2013.

FRIGON, M. D. Acid whey treatment and conversion to single cell protein via aerobic yeast activated sludge. **Water Practice and Technology**, 2020.

GABOARDI, G. *et al.* Bioremediation and biomass production from the cultivation of probiotic *Saccharomyces boulardii* in parboiled rice effluent. **Journal of environmental management**, v. 226, p. 180-186, 2018.

GAYLARDE, C. C.; BELLINASSO, M. de L.; MANFIO, G. P. Biorremediação. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 34, p. 36-43, 2005.

HANSDA, A.; KUMAR, V.; ANSHUMALI. A comparative review towards potential of microbial cells for heavy metal removal with emphasis on biosorption and bioaccumulation. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 32, n. 10, p. 170, 2016.

HAYET D, ABDEL TIF A. Biodegradation by bioaugmentation of dairy wastewater by fungal consortium on a bioreactor lab-scale and on a pilot-scale. **Journal of Environmental Sciences**, Elsevier. 25 (9), 2013.

HELMY, Q.; KARDENA, E.; GUSTIANI, S. Probiotics and Bioremediation. **Microorganisms**. Intech Open, 2019.

INYINBOR A. A., ADEBESIN B. O., OLUYORI A. P., ADELANI-AKANDE T. A., DADA A. O., OREOFE T. A. Water Pollution: Effects, Prevention, and Climatic Impact, Water Challenges of an Urbanizing World, **Matjaž Glavan, IntechOpen**, DOI: 10.5772/intechopen.72018, 2018.

ISLAM, M. A. *et al.* Bioremediation of palm oil mill effluent and lipid production by *Lipomyces starkeyi*: a combined approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 1779-1787, 2018.

JAFARI, N.; SOUDI, M. R.; KASRA-KERMANSHAHI, R. Biodegradation perspectives of azo dyes by yeasts. **Microbiology**, v. 83, n. 5, p. 484-497, 2014.

JEBAPRIYA GR, GNANADOSS JJ. Bioremediation of textile dye using white-rot fungi: a review. **Int J Curr Res Rev.** 5:1–13, 2013.

JOHNSON, E. A. Biotechnology of non-Saccharomyces yeasts- the ascomycetes. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.97, p.503-517, 2013.

JOHNSON, E. A.; ECHAVARRI-ERASUN, C. Yeast biotechnology. In: **The yeasts**. Elsevier, p. 21-44, 2011.

KASMI, M. *et al.* Use of thermal coagulation, separation, and fermentation processes for dairy wastewater treatment. **Desalination and water treatment**, v. 57, n. 28, p. 13166-13174, 2016.

KAVANAGH, K. Fungi: Biology and Applications, Third Edition. Edited by Kevin Kavanagh. Published 2018 by John Wiley & Sons, Inc, 2018.

KEFFALA, C. *et al.* Use of bacteria and yeast strains for dairy wastewater treatment. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, v. 6, n. 4, p. 108-113, 2017.

KNOB, A. *et al.* A novel lipolytic yeast *Meyerozyma guilliermondii*: Efficient and low-cost production of acid and promising feed lipase using cheese whey. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, p. 101565, 2020.

KOÇBERBER, N.; DÖNMEZ, G. Chromium (VI) bioaccumulation capacities of adapted mixed cultures isolated from industrial saline wastewaters. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 11, p. 2178-2183, 2007.

KOLHE AS, INGALE SR and BHOLE RV. Effluents of dairy technology. **International Indexed & Refereed Research Journal** 5, 459–461, 2009.

KOUSHKI, M.; JAFARI, M.; AZIZI, M. Comparison of ethanol production from cheese whey permeate by two yeast strains. **Journal of food science and technology**, v. 49, n. 5, p. 614-619, 2012.

LÓPEZ, J. A. *et al.* Biotecnología ambiental: desafíos y perspectivas en la aplicación de tecnologías combinadas para mejorar la remediación y la generación. **Revista Peruana de Biología**, v. 27, n. 1, p. 43-48, 2020.

MADIGAN, M. T. *et al.* Brock. **Biología de los microorganismos**. 2015.

MAHBOUBI, A., FERREIRA, J. A., TAHERZADEH, M. J., & LENNARTSSON, P. R. Value-added products from dairy waste using edible fungi. **Waste Management**, 59, 518–525. doi:10.1016/j.wasman.2016.11.017, 2017.

MASSOUD, R. *et al.* Bioremediation of heavy metals in food industry: Application of *Saccharomyces cerevisiae*. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 37, p. 56-60, 2019.

MENEZES, G. S. *et al.* Bioremediation potential of filamentous fungi in methylene blue: Solid and liquid culture media. **Ciência e Agrotecnologia**, 41(5), 526-532, 2017.

PAWARI, M. J, GAWANDE S. Ground water pollution & its consequence. **International journal of engineering research and general science**, 3(4):773-76, 2015.

PENDÓN, M. D. *et al.* A biorefinery concept for the production of fuel ethanol, probiotic yeast and whey protein from a by-product of the cheese industry. **bioRxiv**, 2020.

PORWAL, H. J.; MANE, A. V.; VELHAL, S. G. Biodegradation of dairy effluent by using microbial isolates obtained from activated sludge. **Water Resources and Industry**, v. 9, p. 1-15, 2015.

PRASAD, R. (ed). **Mycoremediation and environmental sustainability**, vol 1. Springer, Cham link. [springer.com/book/10.1007/978-3-319-68957-9s](https://www.springer.com/book/10.1007/978-3-319-68957-9s), 2017.

REYA I, LAKSHMI PRABHA M, RENITTA E. Equilibrium and kinetic studies on biosorption of Cr (VI) using novel *Aspergillus jегita* isolated from tannery effluent. **Res J Chem Environ**. 17:72–78, 2013.

RYAN, M. P.; WALSH, G. The biotechnological potential of whey. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, v. 15, n. 3, p. 479-498, 2016.

SOARES, E. V.; SOARES, H. M.V.M. Bioremediation of industrial effluents containing heavy metals using brewing cells of *Saccharomyces cerevisiae* as a green technology: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 19, n. 4, p. 1066-1083, 2012.

SOARES, I. A., FLORES, A. C., MENDONÇA, M. M., BARCELOS, R. P., & BARONI, S. Fungos na biorremediação de áreas degradadas. **Arquivos do Instituto Biológico**, 78(2), 341-350, 2011.

SREEDHARAN, V.; RAO, K. V. B. Biodegradation of Textile Azo Dyes. In: **Nanoscience and Biotechnology for Environmental Applications**. Springer, Cham, 2019. p. 115-139.

TOMER, A., SIGH, R., SINGH, K., & DWIVEDI, S. Role of Fungi in Bioremediation and Environmental Sustainability. 10.1007/978-3-030-54422-5_8, 2020.

VISHWAKARMA, G. S., BHATTACHARJEE, G., GOHIL, N., & SINGH, V. Current status, challenges and future of bioremediation. **Bioremediation of Pollutants**, 403–415. doi:10.1016/b978-0-12-819025-8.00020-x, 2020.

VOLESKY, B. Detoxification of metal-bearing effluents: biosorption for the next century. **Hydrometallurgy**, v. 59, n. 2-3, p. 203-216, 2001.

ZOUBOULIS, A. I., MOUSSAS, P. A., & PSALTOU, S. G. Groundwater and Soil Pollution: Bioremediation. **Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences**. doi:10.1016/b978-0-12-409548-9.11246-1, 2018.

CAPÍTULO 9

FORRO MODULAR TERMOACÚSTICO CONFECCIONADO A PARTIR DE PAPEL KRAFT RECICLADO E FIBRA DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Beatriz Silva de Oliveira

Universidade do Sagrado Coração
Bauru – SP

<http://lattes.cnpq.br/0948721147404834>

Ricardo Ramos da Rocha

Universidade do Sagrado Coração
Bauru – SP

<http://lattes.cnpq.br/0173965550042809>

RESUMO: A fim de amenizar um grande problema da atualidade, que é a geração de resíduos sólidos na construção civil, e considerando que esses resíduos sólidos não possuem uma finalidade sustentável e ecológica, foi pensado então a temática desse trabalho, já que na construção civil a utilização desse tipo de material ainda é pouco explorado. Desta forma o seguinte trabalho propôs estudos sobre a viabilidade do papel kraft, proveniente de sacos de cimento, e da fibra de madeira confeccionando placas modulares com o intuito de serem termoacústicas. As placas foram produzidas com sacos de cimentos triturados, fibra de madeira e resina de ureia formaldeído, variando a porcentagem de fibra de madeira agregada no material para analisar se a mesma causa variações nos resultados finais. Dessa forma, o objeto de estudo mesmo não sendo produzido em grande escala, é possível afirmar que seu custo de produção é baixo, pois tratasse de placas confeccionadas com matéria

prima reciclada. E ainda, a partir dos resultados obtidos pelos testes realizados no presente trabalho, verificou-se que as placas responderam de forma positiva, atendendo assim, os objetivos estabelecidos neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Painel anti-chamas. Forro sustentável. Saco de cimento. Engenharia civil.

THERMO-ACOUSTIC LINING MADE FROM THE KRAFT CEMENT PACKAGING WASTE

ABSTRACT: In order to alleviate a major problem of the present time, which is the generation of solid waste in construction, and considering that these solid wastes do not have a sustainable and ecological purpose, it was then thought the theme of this work, since in civil construction the use this type of material is still little explored. In this way the following work proposed studies on the feasibility of kraft paper from cement bags and wood fiber making modular boards with the intention of being thermoacoustic. The plates were produced with bags of crushed cements, wood fiber and urea formaldehyde resin, varying the percentage of wood fiber aggregated in the material to analyze if it causes variations in the final results. In this way the object of study, even though it is not produced in large scale, it is possible to affirm that its cost of production is low, since it was made of plates made with recycled raw material. Also, from the results obtained by the tests performed in the present work, it was verified that the plates responded positively, thus meeting the objectives established in this study.

KEYWORDS: Sustainability. Anti-flame panel.

1 | INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, as cidades foram crescendo desenfreadamente para atender a demanda populacional, conseqüentemente aumentaram os resíduos gerados pelos seres humanos. As edificações e outros tipos de construções projetados para atender essa demanda, aumentaram a geração de resíduos de construção nas cidades, acarretando atualmente, uma preocupação com o meio ambiente.

Segundo estudos realizados, em um ano de obra um edifício com 20 andares pode produzir 55 mil embalagens de cimento e argamassa (SCHMAL; AVILA, 2008 apud RAAD et al, 2012). Com isso, um dos maiores resíduos gerados pela construção civil é a embalagem de papel Kraft (CARVALHO, 2012).

Uma maneira para a reutilização desses resíduos gerados seria a associação do papel Kraft à fibra da madeira, a qual representará o uso da lâ rocha, com o objetivo de promover a resistência mecânica da nova placa ecológica e ainda, conforme os resultados obtidos nos ensaios de absorção de ruídos, inteirar outra propriedade das placas modulares de fibra mineral (CARVALHO, 2012).

Através disto, o presente trabalho teve como objetivo a produção de forros termoacústicos e a posterior analisar da combinação do resíduo da construção civil (o papel Kraft) à fibra de madeira, juntamente com a resina do tipo de ureia-formaldeído, muito utilizada para promover a característica de resistência e durabilidade ao material associado.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conforto térmico

Segundo Oliveira (2003), edifícios projetados seguindo uma produção arquitetônica, que leve em conta o aproveitamento da luz natural e a redução da carga térmica interna, podem favorecer economias significativas no consumo de energia elétrica.

Ainda segundo Frota e Schiffer (2006), uma arquitetura que apresente um desempenho térmico satisfatório, pode não ser possível em condições climáticas muito extremas apenas com a utilização de recursos naturais, nesses eventos devem-se procurar propostas que aumentem o desempenho térmico natural, e assim, reduzir a potência dos equipamentos de refrigeração ou aquecimento, ajudando assim de forma involuntária o meio ambiente.

2.2 Conforto acústico

Sabendo que as ondas sonoras são difundidas pelo ar, as aberturas, vedações e

até os revestimentos, merecem atenção tanto quanto as estruturas, pois os sons também podem ser conduzidos, são os casos de ruídos de impacto (FREITAS, 2005).

Na análise do comportamento acústico de uma edificação duas perspectivas são básicas, sendo as particularidades internas do ambiente como estrutura, dimensões e absorção das superfícies interferem na compreensibilidade e na repercussão do som. Contudo, o meio externo exerce influência no comportamento interno da edificação, por conta da carência de isolamento dos principais elementos de vedação (KOWALTOWSKI et al., 1998).

2.3 Forro termoacústico

O forro de uma construção tem por finalidade estabelecer um bloqueio do fluxo térmico causado pela insolação da cobertura, desta forma, o forro protege os habitantes no interior da edificação. De modo geral, os forros tendem a igualar as condições de conforto térmico nos ambientes, não levando em consideração o tipo de telha utilizada na instalação (ETERNIT, 1981 apud SEVEGNANI; FILHO; SILVA, 1994).

2.4 Papel Kraft

Segundo Van Vlack (1970), a celulose, assim como outros produtos naturais, por apresentar moléculas grandes, resiste mais às tensões térmicas e mecânicas do que composições constituídas por moléculas pequenas. Logo, o papel Kraft, possuem fibras longas apresentando alta resistência física.

As embalagens de papel Kraft são mais empregadas para o ensacamento do cimento por alguns motivos, sendo o principal, sua alta resistência a temperaturas elevadas, pois na fabricação do cimento, ele apresenta altas temperaturas, mesmo após o resfriamento e estocagem, ainda assim, o cimento é despachado com temperaturas de até 60°C (RIBEIRO, 2007).

2.5 Madeira e a construção civil

A madeira é um material que apresenta diversas propriedades que a tornam atraente em relação a outros materiais. Dentre essas, pode-se destacar a alta resistência específica, o baixo consumo de energia para seu processamento, as boas características de isolamento térmico e elétrico, e ainda é um material de fácil trabalhabilidade manual ou por mecânica (ZENID,2015).

2.5.1 Condutividade térmica da madeira

A condutividade térmica é definida pela capacidade do material em transportar energia térmica. A madeira apresenta um bom desempenho nesta propriedade, pois, a condutividade térmica de peças de madeira normalmente exprime baixa condutividade térmica comparado com outras peças de materiais presentes em uma edificação, o que o torna um bom material para esta finalidade. A estrutura porosa da madeira permite que o

seu coeficiente de condutividade térmica seja relativamente baixo [$\lambda = 0,12$] (MORESCHI, 2014).

2.6 Resinas

As resinas ureias possuem resistência baixa à umidade, e são obtidas pela condensação da ureia com o formaldeído. A resina de ureia formaldeído é muito utilizada como um material para moldagem e como componente de revestimentos de proteção e adesivos. A indústria de painel de fibras, por exemplo, é um grande consumidor da resina, sendo usada como um componente de ligação. Embora a resina apresente muitas propriedades positivas, ela ainda manifesta a desvantagem de liberação de gás de formaldeído sob determinadas condições. As resinas do tipo formaldeído são grandemente duras e resistentes, assim a resina apresenta uma exímia resistência à tração, flexibilidade e a resistência de distorção ao calor, e após sua cura, ela desenvolve um acabamento muito resistente (RUEDA et al, 2012; HEATH, 2017).

3 | MATERIAL E MÉTODO

O trabalho apresentado tratou-se de uma pesquisa experimental de caráter quantitativo, com a manipulação e confecção dos forros termoacústicos desenvolvidos no Laboratório das Engenharias da Universidade do Sagrado Coração da cidade de Bauru/SP. Os estudos conduzidos foram de comparação com as placas modulares de forro mineral, sendo aplicados os ensaios adequados aos materiais, baseando-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas.

3.1 Materiais

Para a fabricação das placas foram utilizados como matéria prima: papel Kraft oriundo de sacos de cimento, fibra de madeira e resina ureia formaldeído. Os equipamentos envolvidos foram: peneira, estufa, triturador, prensa hidráulica, maçarico, caixote de madeira revestido de isopor, termômetros e decibelímetros.

3.1.1 *Papel Kraft*

Para dar-se início a confecção das placas, os sacos de cimento foram lavados (Figura 1A) para a retirada total de cimento que ainda poderiam restar na embalagem, posteriormente o papel foi triturado (Figura 1B) e então foi levado à estufa a uma temperatura de 53°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) num período de 24 horas para secagem (Figura 1C).

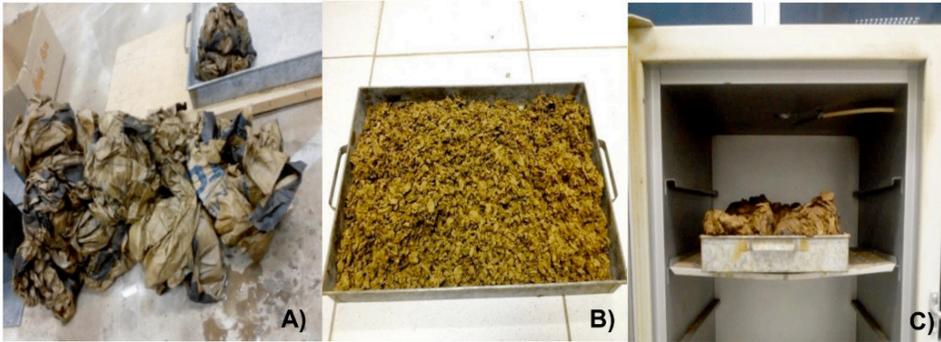


Figura 1 – A - Papel Kraft lavado; B – Papel Kraft Triturado; C – Papel Kraft em estufa

Fonte: Elaborada pela autora.

3.1.2 Fibra de Madeira

As fibras de madeira foram peneiradas para separar as fibras de granulometria de até 4,75mm (Figura 2), do lado esquerdo a fibra já peneirada com a maior dimensão sendo 4,75mm e do lado direito a fibra recolhida da marcenaria com granulometria variadas.



Figura 2 – Fibras de madeira de 4,75 mm

Fonte: Elaborada pela autora.

3.1.3 Resina Ureia Formaldeído

A resina de ureia formaldeído é termoendurecível, possuindo a característica de endurecer acima de certa temperatura, não podendo reverter esse processo, apresentando uma aparência opaca (Figura 3). A mesma é extraída pelo processo de aquecimento da ureia e de formaldeído numa solução de piridina ou amoníaco (RUEDA et al., 2012.).



Figura 3 - Resina ureia-formaldeído

Fonte: Elaborada pela autora.

3.2 Método

3.2.1 Confeção das Placas

Para a confecção das placas, foram estabelecidos os valores da matéria prima a serem utilizadas, foi utilizada para a confecção uma fôrma (Figura 4) com as seguintes dimensões: Largura: 18cm; Comprimento: 18cm; Espessura: 0,5cm



Figura 4 – Moldes de confecção

Fonte: Elaborada pela autora.

As placas tiveram três tipos de dosagem, cada qual com uma porcentagem de fibra de madeira diferente (25%, 35% e 45%), com um total de 45 g de composição para cada amostra. Para o desenvolvimento das placas, utilizou-se 80% de resina ureia formaldeído em cada composição

Os materiais foram agregados manualmente até que a resina entrasse em contato

com todas as partículas (Figura 5A) e posteriormente pode-se observar a mistura na placa pronta para ser levada à prensa hidráulica (Figura 5B).



Figura 5 – A – Preparo da mistura com resina; B – Mistura em molde

Fonte: Elaborada pela autora.

Após a mistura da matéria prima, a fôrma com o material foi levada para a prensa hidráulica, com uma força máxima de fechamento de 8 toneladas, no qual o material sofreu uma compressão a quente, cuja temperatura foi definida em 160 °C durante um período de 6 minutos (Figura 6).



Figura 6 – Prensagem das placas

Fonte: Elaborada pela autora.

Após estarem prontas (Figura 7), as placas foram submetidas à testes de capacidade antichamas, transferência de calor e absorção de ruído, para então comparar seus resultados com placas modulares de fibra mineral convencionais existentes no mercado.



Figura 7 – Placas finalizadas
Fonte: Elaborada pela autora.

3.3 Ensaios

3.3.1 Ensaio de Transferência de Calor

Para este teste foram utilizados: 1 caixote madeira revestido com isopor; 1 lâmpada incandescente de 15W e termômetros. Para a execução do teste, a placa a ser ensaiada foi disposta transversalmente no meio do caixote, de modo a dividir a caixa, de um lado foi posicionada a lâmpada incandescente, os termômetros foram dispostos um em cada face da placa, podendo assim aferir a transferência de calor de um lado para o outro, e um externo para aferir a temperatura ambiente (Figuras 8A e 8B). Cada placa foi ensaiada durante 6 horas e as medidas das temperaturas registradas a cada meia hora de teste (Figura 8C).



Figura 8 – A – Preparo do ensaio; B – Posicionamento do termômetro; C – Ensaio de desempenho térmico

Fonte: Elaborada pela autora.

3.3.2 Ensaio de Absorção de Ruído

Para a execução desse ensaio utilizou-se: 1 caixote madeira revestido com isopor;

2 decibelímetros modelo ITDEC 4000 e 1 Caixa de som. O teste foi realizado do seguinte modo: a placa a ser ensaiada foi colocada no meio do caixote, assim o mesmo ficou com dois ambientes onde de um lado foi posicionado as caixinhas de som emitindo uma frequência sonora de 440Hz mais um decibelímetro e no outro lado ficou apenas um decibelímetro, como mostra a Figura 9A. Deste modo, pôde-se registrar a diferença de um lado e outro do caixote, podendo então verificar a eficiência de placa quanto a absorção de som. O tempo de duração de ensaio de cada placa foi de meia hora, sendo registrado os valores dos decibéis a cada 10 minutos de ensaio. Pode-se visualizar o ensaio sendo realizado na Figura 9B.

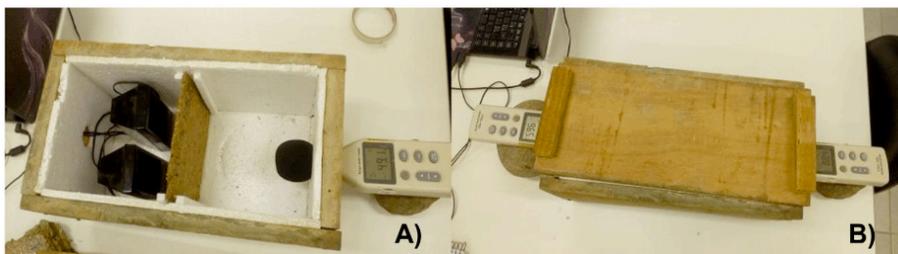


Figura 9 – A – Preparo do ensaio; B – Realização do ensaio de absorção de ruídos

Fonte: Elaborada pela autora.

3.3.3 Ensaio Antichamas

Foram necessários para a realização do ensaio: 1 Bico Maçarico; 1 cilindro de gás e 1 Termômetro laser. Primeiramente foi montado o maçarico, acoplando o bico de maçarico no cilindro de gás, em seguida o maçarico foi posicionado á uma distância de 10cm da placa ensaiada. As chamas de fogo permaneceram ligadas durante 10 segundos, em seguida houve uma pausa de mais 10 segundos para verificar se a placa continuaria queimando, após a pausa o maçarico foi ligado por mais 10 segundos. Sendo que a todo instante o termômetro permaneceu ligado e apontado para o mesmo ponto onde foi posicionado o maçarico, como mostra a Figura 10.



Figura 10 – Ensaio de Antichamas

Fonte: Elaborada pela autora.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ensaio de transferência de calor

A Tabela 1 apresentada a seguir, mostra os resultados médios obtidos no ensaio de transferência de calor nas placas confeccionadas com diferentes traços. A tabela completa pode ser vista no Apêndice A. Para obtenção dos resultados foi utilizado a Equação 1 apresentada a seguir:

$$\Delta t = (t_a - t_p) / e \quad (1)$$

Onde: “ Δt ” é a variação de temperatura entre as faces da placa; “ t_a ” é a temperatura anterior à placa; “ t_p ” é a temperatura posterior à placa; “ e ” é a espessura da placa em milímetros.

Porcentagem de fibra	25%	35%	45%
Temperatura absorvida (°C/mm)	3,47	3,43	3,04

Tabela 1 - Temperatura média absorvida por milímetro

Fonte: Elaborada pela autora.

Através da Figura 11 a seguir, é possível observar que os valores médios de transferência de calor durante um período de 6h não houveram grandes variações em relação às porcentagens de fibra de madeira empregada nas placas.

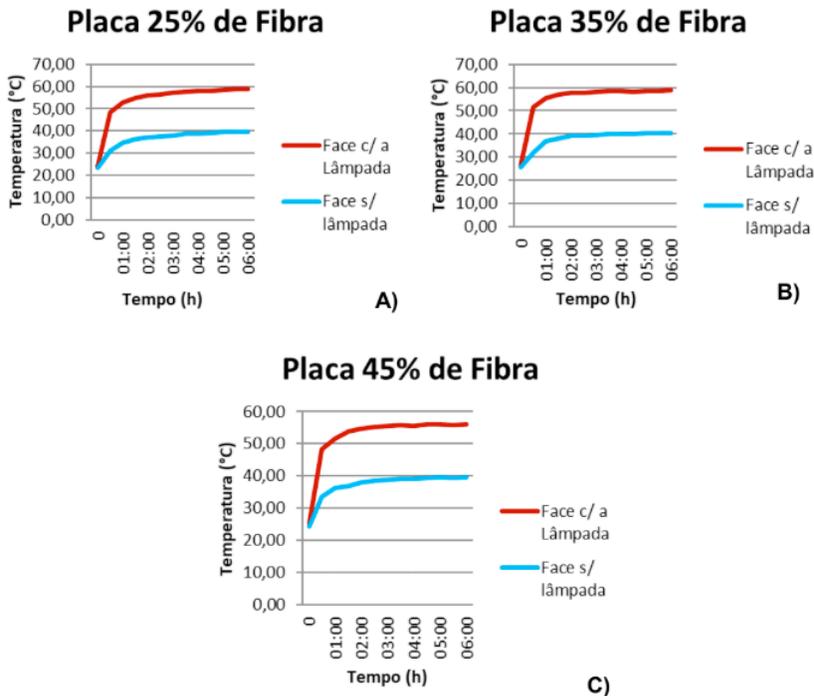


Figura 11 – A – Ensaio em placa com 25%; B – Ensaio em placa com 35%; C – Ensaio em placa com 45%

Fonte: Elaborada pela autora.

4.2 Ensaio de absorção de ruído

Na Tabela 2, é possível observar os resultados médios obtidos no ensaio de absorção de ruído realizados nas placas confeccionadas. Sendo que a tabela completa pode ser vista no Apêndice B. Para obtenção dos resultados foi utilizado a Equação 2 apresentada a seguir.

$$\Delta q = (q_a - q_p) / e \quad (2)$$

*Onde: “ Δq ” é a variação de frequência sonora entre as faces da placa; “ q_a ” é a frequência sonora anterior a placa; “ q_p ” é a frequência sonora posterior a placa; “ e ” é a espessura da placa expressa em milímetros.

Porcentagem de fibra	25%	35%	45%
Redução de ruído (dB/mm)	1,46	1,27	1,32

Tabela 2 - Absorção média de ruído

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados obtidos mostram que em média a redução de ruído é de aproximadamente 7% e ainda é possível notar que o aumento de fibra de madeira na placa não apresenta uma alteração significativa na média absorvida.

O Gráfico 1 apresenta os valores de redução de ruído que as placas absorveram após o tempo de 30 minutos de ensaio.

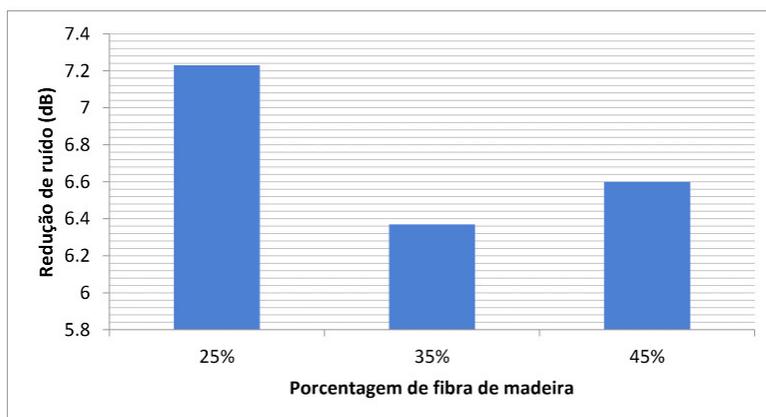


Gráfico 1 – Redução de ruído dentro as porcentagens de fibra de madeira

Fonte: Elaborada pela autora.

4.3 Ensaio antichamas

Na Tabela 3 apresentada a seguir, exibe as temperaturas atingidas pelas placas no primeiro 10 segundos de ensaio e no segundo 10 segundos. O resultado final das placas é apresentado na Figura 12.

Placas	Temperatura (°C)	
25%	313,1	417
35%	329,6	460
45%	334,7	402,2

Tabela 3 - Resultado do ensaio antichamas

Fonte: Elaborada pela autora.



Figura 12 – Ensaio antichamas

Fonte: Elaborada pela autora.

A face que não entrou em contato com as chamas de fogo, não sofreu nenhuma alteração, pois a queimadura na placa foi superficial. Ao cortar a placa ao meio, pode-se observar que a queimadura provocada pelo maçarico foi superficial (Figura 13).



Figura 13 – Efeito das chamas nas placas

Fonte: Elaborada pela autora.

5 | CONCLUSÃO

Mediante a importância de reutilizar os insumos geramos pela população, com o estudo realizado neste trabalho pode-se concluir que, mesmo as placas não sendo confeccionadas sob um controle industrial adequado, ainda sim elas responderam de forma satisfatória à condição que lhes foram propostas.

Através do ensaio de transferência de calor, ficou comprovado que a placa responde muito bem em segurar temperaturas, já que a mesma segura em média 3 °C/mm, valor

próximo dos observados em revestimentos com espumas de poliuretano e de lã de rocha. Estes resultados devem ser melhor estudados, realizando-se novos ensaios com um maior número de placas.

Pelo ensaio de absorção de ruído, a placa modular apresentou uma média de redução de ruído de aproximadamente 7%. Levando em consideração a espessura de 5mm da placa, este é um resultado que precisa ser melhor analisado, comparando-se com outros materiais normalmente utilizados como revestimento.

E por meio do ensaio anti-chamas, a placa respondeu satisfatoriamente ao não se carbonizar durante o ensaio, apresentando uma queima superficial no material, e ao retirar-se a fonte das chamas o material não continuou a propagação das chamas.

Assim, as placas modulares confeccionadas através de papel kraft, proveniente de sacos de cimentos, e fibra de madeira mostrou ser uma solução viável de reaproveitamento desses materiais de forma satisfatória.

Para melhor determinação dos resultados do teste de acústica, seria pertinente a elaboração de um maior número de placas com porcentagens de fibra de madeira, entre 30% e 50%.

Como sugestão de continuidade, da análise deste material, devemos analisar outras resinas, outras fibras, como a do Bambu e novas dosagens para uma melhor análise do material. Testes de resistência mecânica, como a flexão, e ensaios de absorção de água, também são recomendados.

Materiais com resistência térmica e acústica estão sendo amplamente utilizados em construção civil, em função das recomendações da Norma de Desempenho, sendo assim, a viabilidade da continuidade do estudo deste material, em muito, acrescente, na vasta gama de matérias já utilizados na construção civil.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, P. E. F.; CINTRA, C.; CARASEK, H. Argamassas com fibras de celulose provenientes de embalagens de cimento e de cal. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, juiz de Fora. **Anais...** Goiás. 2012. P. 2978 – 2987. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/1375.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2017.

FREITAS, Ruskin. O que é conforto. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. **Anais eletrônicos...** Maceió, 2005. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/encac/files/2005/ENCAC05_0726_735.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2018.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Nobel, 2006. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=0YHkrOiZIHQC&oi=fnd&pg=PA13&dq=conforto+%C3%A9rmico+nas+edifica%C3%A7%C3%B5es&ots=2f28t_PpUA&sig=oPUOgbV21aU_9fPTyFnCQnkce1#v=onepage&q=conforto%20%C3%A9rmico%20nas%20edifica%C3%A7%C3%B5es&f=false>. Acesso em: 12 mar. 2017.

HEATH, R. **Chapter 25 – Aldehyde Polymers: Phenolics and Aminoplastics**. 8. ed. Oxônia: Butterworth-Heinemann, 2017. p. 705 – 742. ISBN 9780323358248. DOI: doi.org/10.1016/B978-0-323-35824-8.00025-6. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323358248000256>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. A visualização do conforto ambiental no projeto arquitetônico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO, 7, 1998, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina: [s.n.] 1998. Disponível em: <<http://www.dkowaltowski.net/1090.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2017.

MORESCHI, J.C. **Propriedades da madeira**. Curitiba: [s.n.], 2014. 194p. Apostila. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/PROPRIEDADES%20DA%20MADEIRA.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2017.

OLIVEIRA, L. A. de. **Conforto Térmico em Edificações**. 2003. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99347/oliveira_la_me_guara.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 mar. 2017.

RAAD, H.J. et al. Reaproveitamento de Papel de Embalagens de Cimento na Produção de Manta Asfáltica Impermeabilizante. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais Eletrônicos...** Rio Grande do Sul: [s.n.], 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STO_165_962_19481.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2017.

RIBEIRO, R. Embalagens com Conteúdo. **Massa Cinzenta**, 2007. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/embalagem-com-conteudo/>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

RUEDA, Andressa, et al. **Resina Uréia-Formaldeído**. 2012. 12f. Relatório – Faculdade de São Bernardo do Campo, São Bernardo do Campo, 2012. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/2993578/relatorio-da-resina-ureia-formaldeido>>. Acesso em: 02 out. 2017.

SEVEGNANI, K. B.; FILHO, H. G.; SILVA, I. J. O da. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Sci. Agric.**, Piracicaba, n. 51, v. 1, p. 01-07. Jan/Abr, 1994. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT05032012124740.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO. **Guia para normalização de trabalhos acadêmicos**. 7.ed. Bauru, 2017.

VLACK, L. H. V. **Princípios de Ciência dos Materiais**: [S.l.]: Blucher, 1970.

VIEIRA, I. P. **Durabilidade de argamassas com resíduos de papel kraft da construção civil**. 2014. 72 f. monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2014. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/DURABILIDADE_DE_ARGAMASSAS_COM_RES%3C%8DDUOS_DE_PAPEL_KRAFT_DA_CONSTRU%3C%87%3C%83O_CIVIL.pdf>. Acesso em: 19 maio 2017.

ZENID, G. J. Madeira na Construção Civil. [S.l.]: UFPR, 2015. Notas de aula. Disponível em: <<http://www.estruturas.ufpr.br/wp-content/uploads/2015/02/MADEIRA-NA-CONSTRU%3C%87%3C%83O-CIVL.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2017.

APÊNDICE A

Tabelas completas com resultados do ensaio de transferência de calor

Tempo	Placa 1 - 25%		Placa 2 - 25%		Placa 3 - 25%	
	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	
	Face c/ a Lâmpada	Face s/ lâmpada	Face c/ a Lâmpada	Face s/ lâmpada	Face c/ a Lâmpada	Face s/ lâmpada
0	23,55	22,47	23,35	23,23	25,09	24,49
00:30	45,98	29,21	47,52	30,56	51,26	33,2
01:00	49,74	32,09	51,74	33,78	56,31	37,58
01:30	51,66	33,36	53,54	35,31	59,09	39,58
02:00	52,7	34,33	54,45	35,45	60,2	40,8
02:30	53,54	35,13	55,2	35,97	60,46	41,37
03:00	53,88	35,66	55,83	36,54	61,42	41,94
03:30	54,32	36,14	56,28	36,93	62,25	42,52
04:00	54,87	36,52	56,67	37,19	62,17	42,84
04:30	54,88	36,74	56,81	37,47	62,17	42,95
05:00	55,05	36,91	57,31	37,72	62,64	43,2
05:30	55,6	37,15	57,88	38	62,35	43,27
06:00	55,69	37,27	58,15	38,21	62,64	43,45

Tempo	Placa 1 - 35%		Placa 2 - 35%		Placa 3 - 35%	
	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	
	Face c/ a Lâmpada	Face s/ lâmpada	Face c/ a Lâmpada	Face s/ lâmpada	Face c/ a Lâmpada	Face s/ lâmpada
0	28,91	28,53	23,89	22,9	26,74	26,19
00:30	55,7	31,54	47,2	29,42	51,14	34,27
01:00	60,35	41,33	50,01	31,72	55,3	37,58
01:30	62,11	42,88	51,8	33,05	56,68	38,57
02:00	63,23	43,88	52,43	33,88	57,66	39,48
02:30	61,62	43,71	53,5	34,58	57,69	39,83
03:00	62,25	43,9	53,93	35,02	58,28	40,21
03:30	62,55	44,19	54,11	35,47	58,43	40,39
04:00	63,03	44,27	54,2	35,73	58,39	40,37
04:30	62,56	44	54,93	36,1	56,62	39,69
05:00	63,19	44,26	54,98	36,37	57,79	39,9
05:30	62,63	44,06	55,11	36,61	57,88	39,85
06:00	62,37	44,15	55,6	36,83	58,09	39,95

Placa 1 - 45%			Placa 2 - 45%		Placa 3 - 45%	
Tempo	Temperatura (°C)		Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	
	Face c/ a Lâmpada	Face s/ lâmpada	Face c/ a Lâmpada	Face s/ lâmpada	Face c/ a Lâmpada	Face s/ lâmpada
0	27	26,55	23,68	23,56	24,56	23,04
00:30	50	37,09	48,22	30,91	46,83	32,71
01:00	52,58	39,67	52,4	34,15	50,2	34,96
01:30	54,75	41,22	54,54	36,15	52,28	32,83
02:00	55,17	41,7	56,18	37,52	52,47	34,79
02:30	55,5	42,05	56,95	38,17	52,86	35,39
03:00	55,76	42,06	57,44	38,72	53,6	35,92
03:30	55,23	41,58	58,22	39,19	53,91	36,26
04:00	54,7	41,53	58,17	39,42	53,95	36,44
04:30	55,57	41,71	58,05	39,59	54,35	36,82
05:00	55,67	41,81	58,35	39,8	54,51	36,9
05:30	55,96	41,86	58,57	39,89	52,8	36,6
06:00	55,38	41,6	58,79	40,12	54,4	37,04

APÊNDICE B

Tabelas completas com os resultados do ensaio de absorção de ruído.

Placa 1 - 25%				Placa 2 - 25%			Placa 3 - 25%		
tempo (min)	face c/ som (dB)	face s/ som (dB)	redução (dB)	face c/ som (dB)	face s/ som (dB)	redução (dB)	face c/ som (dB)	face s/ som (dB)	redução (dB)
10	96,20	88,10	8,10	96,20	89,20	7,00	96,20	89,00	7,20
20	96,30	88,40	7,90	96,20	89,20	7,00	96,00	89,00	7,00
30	96,10	88,40	7,70	96,20	89,20	7,00	96,00	89,00	7,00

Placa 1 - 35%				Placa 2 - 35%			Placa 3 - 35%		
tempo (min)	face c/ som (dB)	face s/ som (dB)	redução (dB)	face c/ som (dB)	face s/ som (dB)	redução (dB)	face c/ som (dB)	face s/ som (dB)	redução (dB)
10	95,90	88,40	7,50	96,10	91,40	4,70	95,90	89,00	6,90
20	95,90	88,40	7,50	96,10	91,40	4,70	95,90	89,00	6,90
30	95,90	88,40	7,50	96,10	91,40	4,70	95,90	89,00	6,90

Placa 1 - 45%				Placa 2 - 45%			Placa 3 - 45%		
tempo (min)	face c/ som (dB)	face s/ som (dB)	redução (dB)	face c/ som (dB)	face s/ som (dB)	redução (dB)	face c/ som (dB)	face s/ som (dB)	redução (dB)
10	96,20	89,00	7,20	95,90	90,00	5,90	95,90	89,00	6,90
20	96,00	89,00	7,00	95,90	90,00	5,90	95,90	89,00	6,90
30	96,00	89,00	7,00	95,90	90,00	5,90	95,90	89,00	6,90

TÉCNICAS PARA EVITAR A DERIVA E VOLATILIZAÇÃO DE HERBICIDAS

Data de aceite: 01/04/2021

Dilma Francisca de Paula

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, MG

Kassio Ferreira Mendes

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, MG

Maura Gabriela da Silva Brochado

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, MG

Ana Flávia Souza Laube

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, MG

Levi Andres Bonilla Rave

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, MG

RESUMO: O aumento do custo da produção agrícola, juntamente com as questões de contaminação ambiental e os riscos à saúde humana, tem causado preocupações em relação à ocorrência de deriva e volatilização de herbicidas no momento da aplicação. Diante do exposto, este capítulo tem o objetivo de informar sobre as técnicas que podem minimizar ou evitar esses problemas em campo, que é influenciado desde a escolha do herbicida, das condições ambientais e de vários aspectos da tecnologia de aplicação. Todos os profissionais envolvidos nas aplicações de herbicidas devem atuar em conjunto. As empresas fornecedoras dos

herbicidas têm o desafio de fornecer formulações menos voláteis, evitando perdas de produto para atmosfera. O produtor, por sua vez, deve estar atento as recomendações de bula para o uso correto do herbicida, as condições climáticas mais favoráveis às aplicações e as áreas adjacentes, a fim de evitar contaminações de culturas sensíveis e águas superficiais. Por fim, a tecnologia de aplicação deve evoluir no sentido de maximização da eficiência desta prática, promovendo rendimento econômico, sem afetar o homem e o meio ambiente. Novos estudos ainda são necessários para prever e evitar impactos ambientais decorrentes da contaminação por herbicidas, uma vez que esse tem uma grande importância na agricultura brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de aplicação, formulações, contaminação ambiental, estratégia agronômica.

TECHNIQUES TO AVOID DRIFT AND VOLATILIZATION OF HERBICIDES

ABSTRACT: The increase in the cost of agricultural production, together with issues of environmental contamination and risks to human health, has caused concerns regarding the occurrence of herbicide drift and volatilization at the time of application. Given the above, this chapter aims to inform about techniques that can minimize or avoid these problems in the field, which is influenced by the choice of herbicide, environmental conditions and various aspects of application technology. All professionals involved in herbicide applications must work together. The companies that supply the herbicides face the

challenge of providing less volatile formulations, avoiding product losses to the atmosphere. The producer, in turn, must be attentive to the instructions for the correct use of the herbicide, the most favorable climatic conditions for the applications and the adjacent areas, in order to avoid contamination of sensitive crops and surface waters. Finally, the application technology must evolve towards maximizing the efficiency of this practice, promoting economic performance, without affecting man and the environment. Further studies are still needed to predict and avoid environmental impacts resulting from contamination by herbicides, since it is of great importance in agriculture.

KEYWORDS: Application technology, formulations, environmental contamination, agronomic strategy.

1 | INTRODUÇÃO

Nos princípios básicos de uma agricultura moderna e sustentável, é imprescindível o uso de pesticidas de forma racional (MELO et al., 2012). Segundo dados da Sindiveg (2020), cerca de 60% das classes de pesticidas empregados no Brasil são os herbicidas, ou seja, para o controle de plantas daninhas que competem com os cultivos agrícolas por água, luz e nutrientes, e que atrapalham o pleno desenvolvimento da cultura. Portanto, é fundamental a correta aplicação dos herbicidas em áreas agricultáveis e não-agricultáveis.

O objetivo da aplicação de um herbicida é fazer com que o produto atinja o alvo e seja absorvido pelas plantas daninhas em concentração suficientemente tóxica para o controle, obtendo assim o máximo de eficiência, de maneira econômica e com o menor risco de contaminação humana e ambiental (VOLL et al., 2010). Entretanto, alguns fatores podem se tornar desafiadores para o produtor no campo, como a perda de produto por processos de deriva e volatilização (ULISSES, 2020).

Após a aplicação, é importante analisar as perdas de herbicida por volatilização e deriva para caracterizar a exposição dos organismos não-alvo ao produto. As perdas para a atmosfera e os problemas resultantes desse processo tem sido avaliado por diversos pesquisadores (GIL e SINFORTI, 2005; SANTOS, 2013; SCHREIBER et al., 2016; TIBURCIO et al., 2012; CARVALHO et al., 2014, COSTA, 2019). A deriva de herbicidas auxínicos, como por exemplo o dicamba e 2,4 D, são capazes de causar danos a culturas sensíveis próximas, mesmo em concentrações muito baixas (COSTA, 2019). Em estudos realizados por Johnson (2012) e Silva et al. (2018), foram evidenciados os danos que as subdoses de herbicidas auxínicos podem provocar sobre a cultura da soja sensível. Johnson (2012) observou redução de rendimento da soja de até 85% com a aplicação de dicamba na dose de 0,085 L ha⁻¹, correspondente a 1% da dose utilizada na cultura do milho. A utilização de subdoses, para estimular a deriva de 2,4-D reduziu a germinação e o vigor das sementes de soja, em função das alterações nos níveis hormonais das sementes (SILVA et al., 2018).

Assim, a deriva e a volatilização de herbicidas diminuem a eficiência de aplicação, aumentam o custo de controle das plantas daninhas e também podem causar a contaminação

de espécies não-alvo. Gil e Sinfort (2005) ao simularem a deriva de herbicidas, observaram efeito deletério do glyphosate em caramujos, provavelmente devido ao acúmulo e metabolização do composto nos tecidos dos organismos. Trabalhadores do campo estão constantemente expostos aos efeitos nocivos a exposição aos produtos químicos, diante disso, Sindiveg (2020), enfatiza a importância do uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Os EPIs devem ser usados sempre que forem manipuladas embalagens de herbicidas, durante a preparação da calda e aplicação e sempre que alguém adentrar uma área recém tratada antes de finalizar o período de reentrada. Afim de aumentar a segurança e proteger a saúde do trabalhador.

Um conhecimento sobre técnicas que minimizam ou evitam os problemas de deriva e volatilização em campo, pode resultar em aumento da eficiência de controle das plantas daninhas, sem necessariamente, aumentar o uso de herbicidas em campo (RODRIGUES et al., 2015). Além disso, segundo Gandolfo et al. (2013), deve-se levar em consideração os aspectos relacionados a contaminação ambiental, pois é primordial na agricultura moderna, o que necessita de uma otimização na utilização e distribuição dos herbicidas no ambiente.

Diante do exposto, este capítulo traz informações sobre os principais fatores que afetam a deriva e volatilização de herbicidas, as características dos herbicidas que permitem maior susceptibilidade a sofrer os processos de volatilização, os métodos utilizados para mensurar a volatilização de herbicidas e as técnicas que evitam as perdas de produto em campo. Não havendo muitos estudos sobre este tema na literatura científica, este capítulo busca auxiliar na tomada de decisão por parte dos trabalhadores rurais e pesquisadores das ciências agrárias no Brasil.

2 | DIFERENÇA ENTRE DERIVA E VOLATILIZAÇÃO

A deriva e a volatilização envolvem o deslocamento e transporte de herbicidas para longe do local onde está o alvo da aplicação em pré-emergência (solo) ou pós-emergência (planta) (CARVALHO, 2013).

A definição de deriva é a parte da pulverização que sofre desvio para áreas onde a aplicação não foi destinada (LANGARO et al., 2014). Ela ocorre durante a aplicação de herbicidas (CHS NEWS, 2018). A deriva se divide em duas, podendo ser endoderiva ou exoderiva. A endoderiva ocorre quando há perdas do produto dentro da área de cultivo (Figura 1), como por exemplo, escorrimento do herbicida da folha para o solo, principalmente pelo uso de gotas muito grandes ou excesso de calda aplicada. Na exoderiva ocorre o deslocamento da molécula herbicida para fora da área da cultura tratada, podendo ser por partícula ou vapor. A deriva por vapor é o movimento do herbicida após o ingrediente ativo ser convertido na forma gasosa. A por partícula é o movimento das gotículas para fora da área de aplicação (CHRISTOFOLETTI, 2020). Geralmente é causada pela ação do vento e da evaporação da água usada na preparação da calda, principalmente pelo uso de gotas

de tamanhos menores (Figura 2) (RAMOS, 2001).

A deriva é considerada um dos maiores problemas da agricultura, ela reduz a dose real aplicada sobre o alvo e constitui uma das principais formas de perdas de herbicida, além da exposição dos trabalhadores ao produto químico e a contaminação ambiental (BELO et al., 2012).



Figura 1. Dinâmica da endoderiva de herbicidas. A seta vermelha representa a direção da gota de aplicação por meio do escorrimento.

Fonte: Adaptado de National wildlife refuge system (2009) e Jacto (2017).

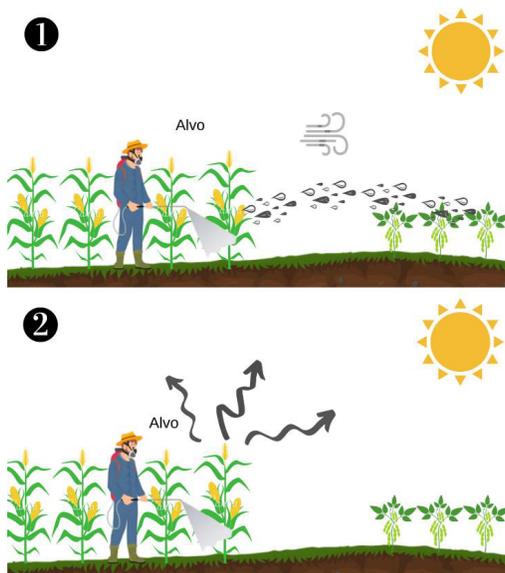


Figura 2. Dinâmica de deriva de herbicida por partícula (1) e vapor (2).

Fonte: Weed Out (2020); Brochado e Mendes (2020).

No processo de volatilização, ocorre o movimento de vapores de herbicida por meio do ar após a aplicação, em consequência da passagem das moléculas do produto do estado líquido ou sólido para a forma de vapor. Os vapores podem ser carregados pelo vento, danificando as plantações sensíveis ao redor e diminuindo a eficiência de controle (CHRISTOFFOLETI et al., 2009; CHS NEWS, 2018).

A volatilização pode ser considerada um processo causador de deriva, pois o herbicida na forma de vapor, pode ser carregado pelo vento e atingir um local não-alvo após ser condensado (CARVALHO, 2013). Em casos de condições climáticas desfavoráveis, pode haver perdas de 80 a 90% dos herbicidas voláteis, poucos dias após a aplicação (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2011). Com isso, a importância do conhecimento sobre esses processos em busca de orientar o produtor sobre técnicas corretas de serem adotadas no manejo das culturas, utilizando melhor os recursos disponíveis para minimizar esses problemas.

3 | FATORES QUE AFETAM A DERIVA E A VOLATILIZAÇÃO DE HERBICIDAS EM CAMPO

São vários os fatores envolvidos no processo de deriva e volatilização dos herbicidas. O conhecimento dos fatores que limitam o desempenho do produto em campo, permite selecionar os momentos mais apropriados para sua eficácia, otimizar a dose aplicada e reduzir o custo de produção (CIESLIK et al., 2013).

Os principais fatores envolvidos no processo de deriva e as condições favoráveis à sua ocorrência, estão listados na Tabela 1. Segundo Ulisses (2020), a aplicação e as perdas pós-aplicação de herbicidas dependem do método de aplicação, condições ambientais e propriedades físico-químicas do produto aplicado.

AMBIENTE	INTENSIDADE
Vento	> 8 Km/h / < 2 Km/h
Temperatura do ar	> 25 °C
Umidade do ar	<50%
HERBICIDA	INTENSIDADE
Pressão de vapor	> 10 ⁻⁶ mPa
Solubilidade	< 50 mg/L
Constante da lei de Henry	> 2,5x10 ⁻⁵ Pa.m ³ /mol
APLICAÇÃO	INTENSIDADE
Velocidade do trator	> 8 Km/h
Altura da barra	> 50 cm
Tipo de ponta	DMV < 250 µm
Tamanho da gota	< 100 µm

Pressão	> 60 psi
Volume de calda	< 100 L/há

Tabela 1. Principais fatores envolvidos no processo de deriva e as condições favoráveis à sua ocorrência.

Fonte: Carvalho (2013).

A seguir serão abordados os fatores que mais interferem na deriva e volatilização de herbicidas em campo e as técnicas para evitar ou amenizar esses problemas. É importante enfatizar que mesmo tomando todos os cuidados, é necessário o uso dos EPIs para reduzir a exposição do trabalhador ao produto químico aplicado.

3.1 Condições ambientais no momento da aplicação

As condições ambientais interferem na cobertura do herbicida no solo ou na superfície da planta, antes, durante e após a aplicação e influenciam sua absorção/translocação na planta. Consequentemente, afeta o nível de controle alcançado pelo produto (DUNCAN, 2018). Conforme as plantas daninhas e a lavoura se desenvolvem, as condições climáticas tornam-se mais desafiadoras para aplicação do herbicida. Afim de melhorar a eficiência de controle, recomenda-se as aplicações de herbicidas em pós-emergência antes que o milho e a soja atinjam os estágios de crescimento de quatro folhas e V4, respectivamente. Almejando garantir que as plantas daninhas tenham um tamanho reduzido, não excedendo 7,62 a 10,16 centímetros, altura máxima para o controle eficaz na maioria dos rótulos de herbicidas (NICOLAI, 2020).

O planejamento da aplicação levando em conta a direção do vento é essencial para o controle da deriva. A velocidade do vento varia durante o dia, e é recomendável que a aplicação seja feita durante as horas em que há menor interferência do vento e temperaturas mais amenas, uma vez que a velocidade do vento atua deslocando a gota para fora do alvo. O início da manhã é geralmente os melhores períodos de aplicação (Figura 3) (TEEJET, 2014).

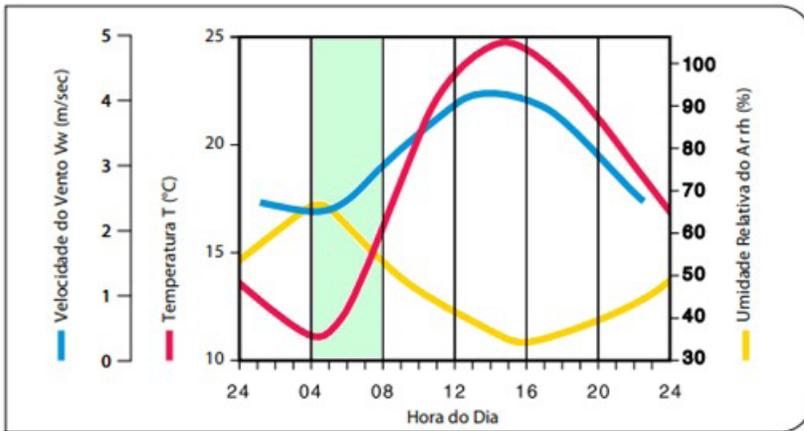


Figura 3. Variação da velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar. Em destaque na cor verde está o melhor momento para aplicação de herbicida em campo.

Fonte: Teejet (2014).

A recomendação é para que o produtor adquira um termo-higro-anemômetro para medir com precisão a velocidade do vento (BROCHADO e MENDES, 2020). A aplicação com velocidade do vento acima de 8 km/h poderá provocar deriva, podendo atingir locais com culturas sensíveis (CARVALHO, 2013). Entretanto, também não é aconselhável a aplicação na ausência de ventos. Velocidades abaixo de 2 km/h favorecem a ocorrência do fenômeno de inversão térmica, como consequência a flutuação das gotas sobre as áreas pulverizadas. No caso das pulverizações, as partículas não conseguem fixar em quantidade sobre o alvo, as gotas não conseguem se dispersar, permanecendo em uma massa concentrada, tornando ineficiente a ação dos herbicidas e contribuindo para riscos de contaminação ambiental e aumento do custo de controle. (SANTOS, 2003; NICOLAI, 2020).

A temperatura e a umidade relativa do ar também são importantes na determinação do potencial de deriva. Temperaturas muito baixas (menores que 10 °C) ou elevadas (maiores que 25 °C) reduzem o metabolismo das plantas, e podem também interferir no comportamento de alguns herbicidas, tendo como consequência a diminuição da ação tóxica e do controle de plantas daninhas (PENCKOWSKI, et al., 2003). Temperatura moderada (15 a 25 °C) e alta umidade relativa do ar (>80%) aumentam a hidratação da cutícula, favorecendo a absorção e translocação dos herbicidas (VIDAL, 2002). Segundo Carvalho (2013), a temperatura e a umidade relativa do ar, afetam o metabolismo das plantas (transpiração, abertura e fechamento estomático), influenciando na absorção dos herbicidas sistêmicos. Durante o período da manhã em que ocorre muito orvalho, recomenda-se esperar que o excesso de umidade sobre a folhagem diminua para realizar as pulverizações, para não ocorrer diluição do produto, e, assim, evitar perdas de produto

por escorrimento da calda de pulverização (CACERES, 2020).

A aplicação de gotas menores juntamente com os fatores elevadas temperaturas e baixa umidade do ar podem secar as gotas pulverizadas antes que o produto seja absorvido, permanecendo menos tempo sobre o alvo. Sob estas condições desfavoráveis, o herbicida pode volatilizar (Tabela 2) (DUNCAN, 2018).

Condições Ambientais	Temperatura: 20°C ΔT: 2,2°C, U.R.: 80%		Temperatura :30°C ΔT: 7,7°C, U.R.:50%	
	Tempo até extinção (s)	Distância de queda (m)	Tempo até extinção (s)	Distância de queda (m)
Ø inicial da gota (µm)				
50	12,5	0,13	4,0	0,032
100	50,0	6,70	16,0	1,80
200	220,0	81,70	65,0	21,0

Ø: diâmetro; ΔT: variação de temperatura; U.R.: Umidade relativa do ar.

Tabela 2. Comportamento das gotas de diferentes tamanhos, em diferentes condições ambientais.

Fonte: Matuo et al. (2001) e Contiero et al (2018).

3.2 Propriedades físico-químicas dos herbicidas

O herbicida pode ser transportado para fora da área alvo na forma de vapor, essas perdas acontecem durante a trajetória das gotas da ponta de pulverização ao alvo ou mesmo após sua deposição no alvo, o potencial de vaporização de um herbicida é dependente da pressão de vapor e de suas propriedades físico-químicas (PIRES, 2016)

Uma importante característica para identificação do potencial de volatilização de um herbicida é a sua pressão de vapor (PV). É definida como a pressão exercida por um vapor em equilíbrio com um líquido, a uma determinada temperatura, normalmente é expressa em mmHg a 25°C. Trata-se de uma medida da capacidade de volatilização no seu estado normal puro (sólido ou líquido) (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2011). A necessidade do conhecimento dessa propriedade é que por meio dela, determina-se um herbicida irá permanecer sobre determinada superfície, ou irá volatilizar, e é importante para avaliar sua distribuição e transporte do produto no ambiente (GEBLER e SPADOTTO, 2008). A pressão de vapor expressa a facilidade com que as moléculas volatilizam em função da temperatura, sendo utilizada para a determinação da volatilidade potencial do composto (PIRES, 2016). A Tabela 3 é indicada a classificações dos herbicidas, de acordo com a pressão de vapor.

Pressão de vapor (PV) em mm/Hg	Classificação
$>10^{-2}$	Muito volátil
10^{-4} - 10^{-3}	Mediamente voláteis
10^{-7} - 10^{-5}	Pouco voláteis
$<10^{-8}$	Não volátil

Tabela 3. Classificação dos herbicidas de acordo com a pressão de vapor (PV).

Fonte: Deuber (1992)

A PV é definida, contudo, em condições amenas, aproximadamente 25 °C em laboratório. Um herbicida classificado como não volátil, sob condições ambientais desfavoráveis (alta temperatura $>30^{\circ}\text{C}$) poderá sofrer volatilização, mas a tendência é que essa perda seja menor que a de um herbicida classificado como moderadamente volátil (OLIVEIRA, 2018). Essa classificação torna-se importante na escolha do herbicida aplicado.

A solubilidade em água (Sw) indica a quantidade máxima do herbicida que pode ser dissolvida em água pura sobre uma determinada temperatura. Acima dessa concentração ocorre a precipitação do produto (CHRISTOFFOLETI et al., 2009). Na prática, indica a habilidade de um composto em diluir em água pura. Os herbicidas com elevada Sw, são mais dissolvidos em água e possuem menor tendência de volatilizar, pois a água apresenta um alto calor específico (necessita de grande quantidade de energia para mudar de estado) (CARVALHO, 2013). A Sw, geralmente, é expressa em partes por milhão (ppm) a 20 ou 25 °C e a pH 5 e 7 ou em miligramas do herbicida por litro de água a 25°C (CHRISTOFFOLETI et al., 2009).

A propriedade que melhor explica o comportamento do herbicida, relacionado a volatilização é definida como Lei de Henry (K_H) (CARVALHO, 2013). É um coeficiente que descreve a distribuição do herbicida entre o ar e a água, levando em consideração a massa molecular, a PV e a Sw de um produto químico (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2011). A constante de Henry define a tendência de volatilização de um herbicida da solução para o ar, quanto maior o K_H , maior é a volatilidade (PIRES, 2016). Na Tabela 4 estão listados alguns dos herbicidas mais utilizados no Brasil e suas propriedades relacionadas à volatilização.

Herbicida	Pressão de vapor (PV) 20°C (mPa)	Solubilidade em água (Sw) a 20 °C (mg L ⁻¹)	Constante de Henry (K _H) 25°C (Pa m ³ mol ⁻¹)
Glyphosate	0,0131 Baixa volatilidade	10500 Alta solubilidade	2,10x 10 ⁻⁷ Não volátil
Clomazone	27,0 Alta volatilidade	1212 Alta solubilidade	5,9 x10 ⁻³ Não volátil
Flumioxazin	0,32 Baixa volatilidade	0,786 Baixa solubilidade	0,145 Moderadamente volátil
Imazethapyr	1,33X10 ⁻² Baixa volatilidade	1400 Alta solubilidade	1,30x10 ⁻² Não volátil
2,4-D	0,009 Baixa volatilidade	24300 Alta solubilidade	4x10 ⁻⁶ Não volátil
Diuron	1,15x10 ⁻³ Baixa volatilidade	35,6 Baixa solubilidade	2x10 ⁻⁶ Não volátil
Trifluralin	9,5 Moderadamente volátil	0,221 Baixa solubilidade	10,2 Moderadamente volátil
Atrazine	0,039 Baixa volatilidade	35 Baixa solubilidade	1,50x10 ⁻⁴ Não volátil
Pendimetalin	3,34 Baixa volatilidade	0,33 Baixa solubilidade	1,27 Moderadamente volátil

Tabela 4. Pressão de vapor (PV), solubilidade em água (Sw) e Constante de Henry (K_H) dos herbicidas utilizados no Brasil.

Fonte: PPDB (2020).

Alguns produtos, considerados voláteis, como o trifluralin, herbicida aplicado em pré-emergência (PPDB, 2020), apresentam recomendações específicas, pois devem ser imediatamente incorporados ao solo após aplicação, para que não ocorra perda na forma de vapor para a atmosfera (EMBRAPA, 2005; OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2011). A Figura 4 ilustra duas formas de fazer com que o herbicida seja incorporado ao solo, seja pela ação da chuva ou de forma mecânica.

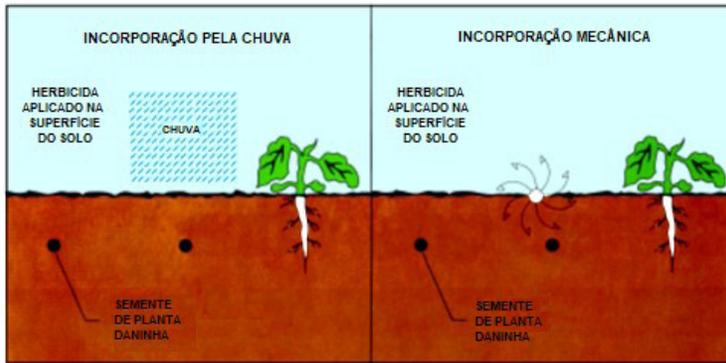


Figura 4. Incorporação de herbicida no solo pela chuva ou métodos mecânicos.

Fonte Ritter (1989) e EMBRAPA (2005).

Atualmente, as empresas buscam pelo desenvolvimento de moléculas mais estáveis, variando-se as formulações. Um exemplo foi observado pelo herbicida clomazone, no qual a formulação “concentrado solúvel - CS” (p.c. Gamit CS®) causou menor injúria às plantas bioindicadoras de milho, sorgo e arroz, devido à menor volatilização; quando comparado à formulação “concentrado emulsionável - CE” (p.c. Gamit 500 EC® e Gamit Star®) (SCHREIBER et al., 2016; CORREIA, 2018).

A tecnologia denominada “VAPOR GRIP” do dicamba, impede a formação do herbicida na forma ácida, mais susceptível à volatilização (Figura 5A). O dicamba é um ácido e quando entra em contato com a água, principalmente em pH elevado ele se dissocia, contudo, quando o dicamba é dissociado com carga negativa, ele não evapora. Quando esse herbicida se une na forma ácida forma-se o vapor, ocorre problemas de transporte de produto para atmosfera (Figura 5B). Esta tecnologia adiciona um ingrediente na formulação capaz de isolar o íon hidrogênio do dicamba, sendo um sequestrante de hidrogênio (Figura 5B). Como exemplo, a formulação DGA (Sal diglicolamina) - Aectra® da BASF (CHRISTOFFOLETI, 2020).

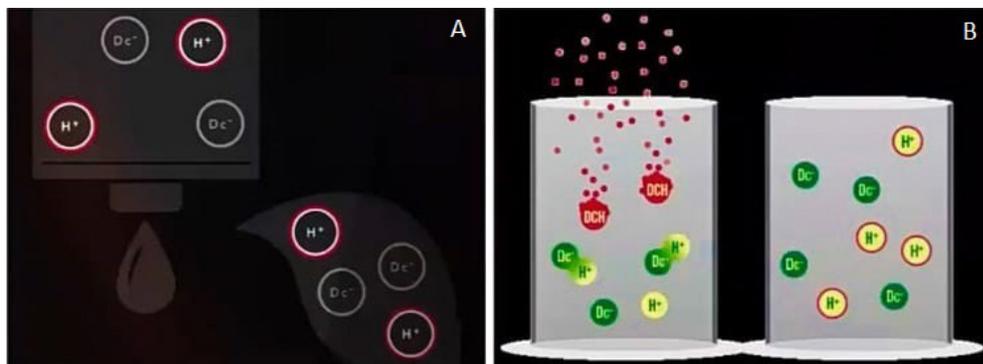


Figura 5. A) Tecnologia “VAPOR GRIP” do dicamba, e B) demonstração da antiga fórmula do dicamba mais volátil e da atual tecnologia, menos volátil, respectivamente.

Fonte: Christoffoleti (2020).

Com a introdu o da tecnologia Intacta 2Xtende, voltada ao cultivo de soja tolerante ao dicamba, esse herbicida poderá ser usado em larga escala no Brasil, sendo um avanço no controle de plantas daninhas de folha larga resistente ao glyphosate. Contudo, eventos de deriva destes herbicidas para áreas com variedade não resistentes, altamente sensíveis a pequenas doses do dicamba   passível de ocorrer (COSTA, 2019) Segundo Chistoffoleti (2020), devem ser adotadas as boas práticas agrícolas juntamente com a introdu o da tecnologia, relacionadas com os aspectos de deriva, volatilidade e higieniza o dos pulverizadores, além da importância da capacita o dos aplicadores de herbicidas. Além disso, a utiliza o de formula es de dicamba menos voláteis, podem diminuir os riscos de contamina o. Segundo pesquisas realizadas, a nova formula o do dicamba promete reduzir os problemas de volatilidade, com menores perdas de produto para atmosfera e riscos às lavouras sensíveis (POPOV 2019, BROCHADO e MENDES, 2020).

3.2.1 Deriva do dicamba em culturas sensíveis nos EUA

Em 2016, com o objetivo de melhorar o controle de plantas daninhas em soja e algodão, foram lançadas nos Estados Unidos cultivares resistentes ao herbicida dicamba, uma auxina sint tica para o controle de dicotiled neas. Segundo Christoffoleti (2020) a tecnologia   uma ótima ferramenta no controle de plantas daninhas resistente ao glyphosate, como a buva (*Conyza canadensis*, *C. bonariensis*, *C. sumatrensis*). Contudo, sendo o dicamba um herbicida volátil, altamente solúvel, todas as práticas corretas de tecnologia de aplica o devem ser adotadas para evitar problemas de contamina o ambiental e injúrias as culturas sensíveis adjacentes.

Um ano após a ado o dos cultivares resistentes no EUA, vários relatos de deriva de herbicida em culturas sensíveis foram notificados. Sendo que cerca de 2700 casos

relacionados ao dicamba, afetando mais de 1,4 milhão hectares de área de soja convencional, altamente sensível ao herbicida mesmo que em pequenas doses (FERREIRA; FERREIRA, 2020; BRADLEY, 2017). Alguns dos sintomas característicos do dicamba foram observados com frequência na cultura da soja sensível como folhas em formato de concha com ponta esbranquiçada a amarela, epinastia, enrugamento e malformação da folha (Figura 6) (GIRARDELI, 2019).



Figura 6. Injúria em soja sensível causada por deriva do dicamba.

Fonte: Girardeli (2019).

Danos causados pelo dicamba não se limitaram somente a cultura da soja, mas também fruteiras, hortaliças que tiveram a produtividade afetada pelos sintomas de deriva do herbicida (BRADLEY, 2017). Segundo Ferreira e Ferreira (2020), a volatilização, a deriva, as contaminações no tanque, a inversão térmica e o mau uso das práticas corretas da tecnologia de aplicação foram as principais suspeitas levantadas por pesquisadores e autoridades dos EUA como causa dos problemas do dicamba.

Além de volatilização e deriva, resíduos de dicamba no pulverizador pode danificar colheitas sensíveis. Normalmente o aplicador usa o mesmo equipamento de pulverização para todas as culturas e não fazem a correta limpeza. O dicamba liga-se aos materiais do tanque devido a sua pouca solubilidade em água (BOERBOOM, 2019), além disso este herbicida pode aderir aos bicos, plástico e mangueira. Um agente de limpeza deve ser usado para melhorar a solubilidade do herbicida (DUNCAN, 2015).

Diante dos acontecimentos, a importância maior está sendo dada, por pesquisadores e empresas em estudos relacionados à volatilização e à deriva de herbicidas, principalmente no aprimoramento de práticas de tecnologia de aplicação. As empresas devem orientar sobre o correto uso do produto, bem como tem o desafio de produzir formulações menos voláteis. Enquanto que os aplicadores devem estar aptos a adotar todas as práticas corretas em campo, afim de evitar a contaminação ambiental e injúrias as culturas adjacentes

sensíveis (FERREIRA e FERREIRA, 2020)

3.3 Tecnologia de aplicação

Utilizar técnicas corretas de aplicação é um fator essencial para reduzir o risco ou a quantidade de deriva e volatilização produzida nas aplicações de herbicidas, minimizando-se as perdas. Os fatores mais importantes a considerar é a velocidade do trator, altura de barra, tipo de ponta, tamanho da gota, pressão e volume de calda (CARVALHO, 2013).

Velocidade maiores de operação podem fazer com que as gotas sejam arrastadas para trás e deslocadas pelas correntes de vento ascendente, favorecendo a ocorrência de deriva (Figura 7) (TEJJETT,2014).



Figura 7. Deriva de herbicida na cultura da soja.

Fonte: Popov (2019).

A velocidade do vento e altura da barra, afeta a distância que uma gota percorre antes de se depositar no alvo (CONTIERO, 2018). Conforme a distância entre a ponta de pulverização e a área alvo aumenta, maior a interferência da velocidade do vento sobre as gotas e o risco de deriva (FERREIRA et al., 2007). A recomendação é respeitar as alturas fornecidas pelo fabricante da ponta de pulverização. A altura de pulverização ideal é de 75 cm para pontas de pulverização de 80° e de 50 cm para pontas de 110° (TEEJET, 2014). Segundo Nicolai (2020), a altura da barra depende do ângulo e do espaçamento entre os bicos. Por exemplo, pontas de 110° com um espaçamento de 50,8 cm devem estar de 38,1 a 45,72 cm acima do alvo para produzir uma taxa de aplicação uniforme em todo comprimento da barra. Para minimizar os problemas de deriva é necessário manter uma altura de barra de 70 cm ou menos acima do dossel da cultura.

Outro fator importante na tecnologia de aplicação é o ao tipo de ponta utilizada e o tamanho da gota, que está relacionado com o alvo e as características do herbicida (FAGGION e ANTUNIASSI, 2010), pois uma ponta de pulverização não produz um único tamanho de gota. O tamanho utilizado na classificação da pulverização (fina, média ou

grossa) está relacionado ao diâmetro da gota que divide o volume pulverizado em duas partes iguais, o denominado Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) (TEEJET, 2014). A escolha da ponta de pulverização representa uma maneira para redução de deriva, objetivando um aumento do tamanho das gotas, para uma determinada ponta. À medida que se aumenta o percentual de gotas finas que fazem parte do espectro produzido, maior o risco de deriva (FAGGION e ANTUNIASSI, 2010). Gotas menores, proporcionam melhor cobertura do alvo, contudo, possuem tempo de vida menor e maior risco de volatilização (Tabela 5) sob condições ambientais desfavoráveis (FERREIRA et al., 2007).

TAMANHO DA GOTA	COBERTURA	RISCO DE DERIVA	RISCO DE VOLATILIZAÇÃO	APLICAÇÃO AGRÍCOLA ¹
Muito Fina	Excelente	Muito alto	Muito alto	Não recomendada. Barra protegida, cortina de ar, nebulização de inseticidas.
Fina	Excelente	Alto	Alto	Inseticidas e herbicidas de contato e fungicidas de contato ou sistêmicos.
Média	Muito boa	Médio	Médio	Inseticidas e herbicidas de contato ou sistêmicos e fungicidas sistêmicos, culturas não fechadas.
Grossa	Boa	Baixo	Baixo	Herbicidas sistêmicos e aplicados em pré-emergência.
Muito Grossa	Fraca	Muito Baixo	Muito baixo	Herbicidas sistêmicos e aplicados em pré-emergência.
Extremamente Grossa	Ruim	Insignificante	Insignificante	Herbicidas sistêmicos e aplicados em pré-emergência

¹As recomendações recomendadas são as mais usuais, mas outras aplicações podem ser utilizadas.

Tabela 5. Relação entre tamanho da gota, volume de calda, cobertura, risco de deriva, risco de volatilização e recomendação de aplicação agrícola de pesticidas.

Fonte: Catálogo 51-PT, Teejet (2014).

A partir da informação do espectro de gotas produzido pela ponta de pulverização, faz a escolha da ponta em função do potencial de deriva, riscos de volatilização, propriedades físico-químicas do produto e pela capacidade de escorrimento de calda na folha das plantas daninhas (GANDOLFO et al., 2013). Com objetivo de reduzir a deriva e melhorar a eficiência de aplicação, tem sido desenvolvido no mercado pontas com modelos de indução de ar, conhecidas como antideriva, para aplicação de herbicidas que não necessitam de grandes coberturas do alvo, como os herbicidas sistêmicos, de maneira que tenham alta massa e baixa densidade combinação importante para reduzir a deriva na aplicação (VIANA, 2010; GANDOLFO et al., 2013). Gotas de diâmetro maior reduz o risco de exoderiva, porém, devido ao seu peso, podem contribuir para o escorrimento do produto da folha para o solo (GANDOLFO et al., 2013). A Figura 8 representa um esquema de bicos de aplicação antideriva (Figura 8A), com produção de gotas maiores, eficientes na redução da deriva, em comparação com os bicos comuns (Figura 8B).

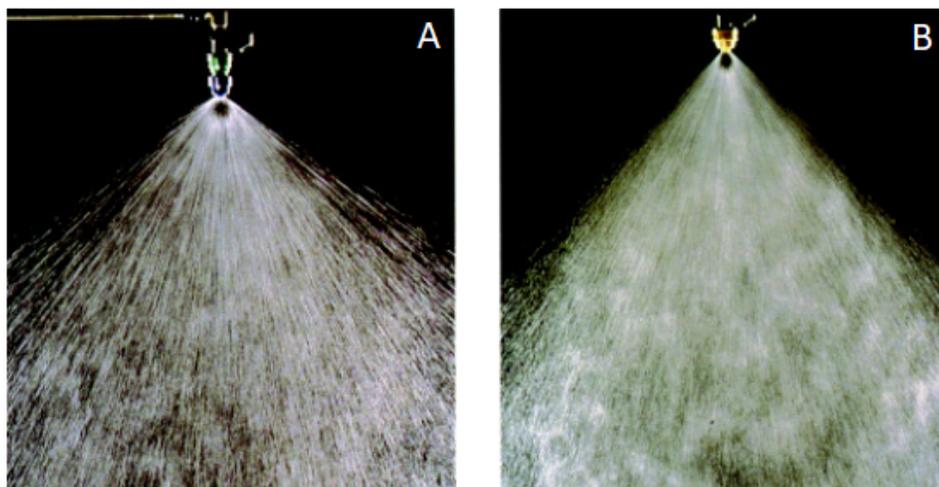


Figura 8. Comparação entre os tipos de bicos antideriva e comum. A) Bico antideriva, com produção de gotas maiores e B) Bicos comuns.

Fonte: EMBRAPA (2007).

Para produtos que agem por contato, a cobertura do alvo tem que ser maior e mais uniforme, pois o herbicida só causa danos nas partes que entram em contato direto com o tecido da planta (Figura 9A), as áreas da planta não atingidas, podem significar falhas de controle (RITTER et al., 2017; CANTIERO et al., 2018). Alguns herbicidas cuja ação sobre as plantas é de contato são bentazon, lactofen, diquat e fomezafen. Um herbicida de contato mata as folhas em que o herbicida atinge, sem ser translocado para o caule ou raiz. Por outro lado, os herbicidas sistêmicos são translocados para o caule e raiz (Figura 9B) e

tem ação sobre a planta inteira, alguns exemplos desse tipo de herbicida são glyphosate, 2,4-D amina e dicamba (ISCC, 2013).

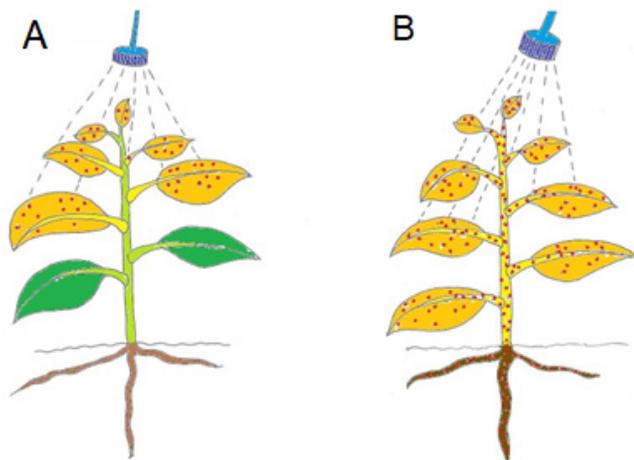


Figura 9. Diferença na translocação de um herbicida de contato (A) e sistêmico (B).

Fonte: ISCC (2013).

Por isso, a recomendação é que em herbicidas de contato a pulverização tenha gotas mais finas, que proporcionem uma cobertura mais eficiente, enquanto que herbicidas sistêmicos, podem ser aplicados gotas mais grossas, que apresentem menor problemas de deriva (FERREIRA et al., 2007; GANDOLFO et al., 2013).

Os herbicidas sistêmicos são translocados na planta por meio dos feixes vasculares (xilema e floema). Quando o herbicida é absorvido pela raiz, a tendência é que o produto seja translocado primeiramente pelo xilema. Os herbicidas absorvidos pelas folhas, geralmente são translocado de início pelo floema. O movimento do herbicida na planta, pode ocorrer somente do xilema (via apoplástica), do floema apenas (via simplástica) ou através de ambos (via apossimplástica). As propriedades físico-químicas dos herbicidas (constante de dissociação ácida - pK_a e coeficiente octanol-água - $\log K_{ow}$) são responsáveis pelo movimento de entrada e saída do produto nos feixes vasculares (CARVALHO, 2013).

O movimento via apossimplástica pode ocorrer de duas maneiras: 1ª) o herbicida penetra pelas raízes, via xilema atinge as folhas, posteriormente passa para o floema e retorna às raízes; 2ª) há uma justaposição entre os tecidos do xilema e do floema, podendo o herbicida passar de um para outro (ex.: dicamba e picloram). O herbicida circula pelo xilema e floema até matar a planta. Portanto, estes herbicidas possuem grande mobilidade. Deve-se enfatizar, que herbicidas como o glyphosate só podem ser aplicados às folhas, devido a elevada sorção pelas argilas e, assim, indisponibilidade na solução do solo para o

controle das plantas daninhas (CARVALHO, 2013).

Em aplicações na parte aérea, as condições climáticas e de umidade tem grande interferência no controle final das plantas daninhas. Herbicidas como fenoxaprop, fluzifop, clethodim e sethoxydim, são considerados como sendo de rápida absorção, necessitando de um período curto sem chuva, para que faça efeito, em torno de 1 h. Evitando que a chuva lave o produto, antes que o mesmo faça efeito sobre a planta daninha. Outros herbicidas, como glyphosate e o 2,4-D amina necessitam de um período mínimo sem chuva após a aplicação de 4 h para que não interfiram no controle. Outro fator a considerar é que a aplicação sobre plantas estressadas reduz a absorção do produto e além do prejuízo de perda da eficiência do tratamento podem causar danos à cultura (RITTER et al., 2017).

A pressão de aplicação é outro fator a se considerar quando o assunto é deriva. As pressões mais altas além de aumentar a vazão dos bicos, influencia no tamanho da gota e no desgaste do orifício. Conforme a pressão aumenta, diminui-se o tamanho das gotas e aumenta o desgaste do orifício (TEEJET, 2014). Em estudos realizados com aplicação de herbicidas em pré-emergência no campo (COSTA et al., 2007) e resultados obtidos sob condições controladas de túnel de vento com mistura glyphosate + 2,4-D (COSTA et al., 2012), os autores demonstraram diminuição do risco de deriva em função da diminuição da pressão de pulverização em ambos estudos.

O volume e calda deve garantir boa deposição no alvo, com o mínimo de perdas para o ambiente (BUENO, 2013). O uso de volumes menores de calda melhora a capacidade operacional dos pulverizadores, além de reduzir os problemas de contaminação ambiental, pois reduz a probabilidade de ocorrência de escorrimento, evaporação e deriva (DECARO JUNIOR, 2013). Além disso, o transporte de água por caminhões aumentam o trabalho, além de elevar o custo da aplicação, por isso a tendência é a aplicação de volumes menores, com economia de água (FERREIRA 2007; BROCHADO e MENDES, 2020).

Contudo, a redução do volume de calda pode levar a uma menor cobertura do alvo, comprometendo a eficácia do controle (BUENO, 2013). Na aplicação de herbicidas voláteis, como o dicamba, a recomendação é o uso de gotas grossas. Contudo, para um mesmo volume de aplicação, com o aumento das gotas, a cobertura do alvo é menor. Afim de atingir a cobertura do alvo satisfatória, tem sido considerados volumes de calda no mínimo 140 L ha⁻¹ na aplicação do herbicida. O volume de calda é, portanto, dependente do tamanho de gota selecionado, além do estágio de desenvolvimento da planta daninha, das condições meteorológicas no momento da aplicação, além da presença de adjuvantes (FERREIRA e FERREIRA 2020).

Em um estudo, Bueno et al. (2013) utilizaram diferentes volumes de calda do glyphosate (30, 60 e 150 L ha⁻¹) com e sem a adição do adjuvante nonil fenol etoxilado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a perda para o solo, a deposição no alvo e o controle de plantas daninhas. Os resultados constaram que os tratamentos com volume de calda de 30 e 60 L h⁻¹ resultou em maior deposição nas folhas, enquanto o tratamento com 150

L ha⁻¹ apresentou a menor deposição e maior perda de produto para o solo. O uso do adjuvante nonil fenol etoxilado na calda de pulverização não resultou em maior deposição nas plantas daninhas em comparação com o uso somente do herbicida, então Bueno et al. (2013) sugeriram que o adjuvante utilizado nos tratamentos não foi capaz de alterar significativamente as propriedades físico-químicas do herbicida. Resultado semelhante foi encontrado por Souza et al. (2012) em pesquisa com 2,4-D em plantas daninhas submetidas a diferentes volumes de calda (80 e 130 L ha⁻¹), constatando que o menor volume produziu a melhor deposição. Souza et al. (2012) verificaram que o maior volume de calda (130 L ha⁻¹) resultou nas maiores perdas de herbicida para o solo em todas as pontas de pulverização estudadas, quando comparado ao menor volume (80 L ha⁻¹) na utilização de 2,4-D na dessecação de plantas daninhas.

Segundo Ferreira et al. (2007) quando se usa volume de aplicações menores, geralmente opta-se por gotas menores, a alta capacidade de evaporação da água impede que sejam utilizadas gotas muito pequenas, principalmente sobre condições de altas temperaturas. Para ter uma boa cobertura do alvo é necessário que seja controlado a evaporação da água, ou optar por um diluente menos volátil, como óleos.

A utilização de adjuvantes a calda tem o objetivo de modificar as características da solução de aplicação aumentando a aderência nas folhas, além de influenciar em fatores que influenciam a deriva, como o tamanho da gota. (ANTUNIASSI, 2010; FELSOT et al. 2010). Como exemplo, Costa et al. (2014) em estudos realizados no campo, ao avaliar o efeito de adjuvantes sobre a deriva em aplicações de 2,4-D + glyphosate, concluíram que a suscetibilidade à deriva foi menor com a adição de óleo mineral e o agente antideriva (Figura 10).

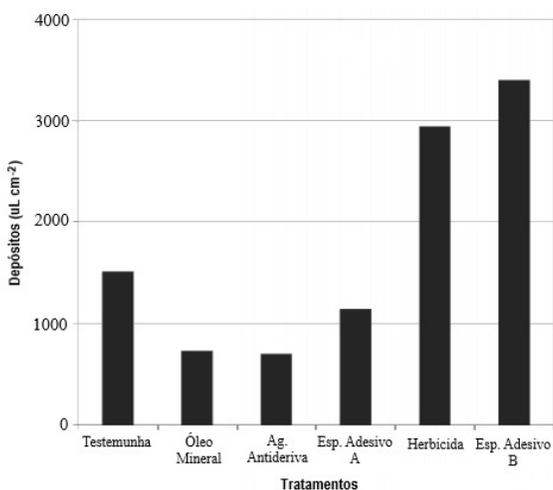


Figura 10. Deriva (μL cm⁻²) nos coletores posicionados acima da barra de pulverização, em função da adição de adjuvantes a mistura do 2,4-D+glyphosate.

Fonte: Costa et al. (2014).

4 | MÉTODOS PARA MENSURAR A VOLATILIZAÇÃO DE HERBICIDAS

Por meio de pesquisas relacionadas ao conhecimento do potencial de volatilização dos herbicidas, podem ser fornecidas orientações de uso, reduzindo os efeitos em organismos não-alvo e a contaminação ambiental. Esse estudo, consiste em três níveis básicos de experimentação: laboratório, estufa e campo. Os estudos em laboratório, são mais rápidos e fáceis de serem executados, pois o ambiente é controlado, após esse estudo inicial, é feita a pesquisa em estufa e posteriormente em campo, em que os custos são maiores e o experimento é mais difícil de ser conduzido. A precisão das medições diminui e a probabilidade de erros aumentam à medida que se avança do laboratório para o campo. Nem sempre as condições de laboratório geram resultados consistentes com as condições de campo. Apesar da sua importância, as condições de laboratório e estufa não representam que acontecem no campo (MUELLER; 2015).

Estudos de laboratório: Primeiramente devem ser determinados o potencial de uma formulação mudar do estado sólido ou líquido para a forma gasosa. Esse experimento é realizado basicamente por meio da adição de uma massa conhecida da solução em um recipiente, colocando em um ambiente sobre várias condições de temperatura/umidade relativa, após esse processo, o recipiente é novamente pesado, e por diferença da massa inicialmente adicionada, tem como resultado a quantidade de produto que foi evaporada (ANONYMOUS, 2012; MUELLER; 2015). Segundo Stracham et al. (2013) podem ser utilizados radioisótopos para rastrear quanto do produto e para onde ele foi movido. A dose de herbicida introduzida na câmara teste devem ser aproximadas das usadas nas condições de campo. As condições de teste, devem ser capazes de perceber a diferenças entre a formulação exposta a diversas condições ambientais, como temperatura alta, níveis de umidade diferentes e interferência do ar. Se a volatilidade de um herbicida for alta, essa molécula provavelmente tem potencial para o movimento na forma de vapor. Em média, esse teste dura de 24 a 48 h. Geralmente as formulações experimentais são comparadas com a de um herbicida padrão, registrado com características conhecidas de volatilidade (STRACHAN et al., 2010, ANONYMOUS 2012)

Estudos em estufa: A próxima etapa do estudo, normalmente é feita utilizando um sistema de bioensaio em que é colocado um recipiente com a solução do herbicida, exposto em ambiente fechado, no qual também são colocados vasos com plantas bioindicadoras não pulverizadas, mas sensíveis ao produto. O sistema geralmente tem uma tampa plástica que permite a entrada de luz, para o desenvolvimento da planta, mas não permite que o herbicida, na forma de vapor escape, tendo um contato maior com a planta bioindicadora. Embora o estudo em estufa não forneça condições reais de campo, este representa uma representação visual das injúrias causadas por volatilização de diferentes herbicidas nas plantas. Quando comparada ao tratamento controle (sem aplicação dos herbicidas), as plantas expostas a volatilização, podem fornecer informações valiosas sobre a volatilidade

das diferentes formulações. Um desafio desse tipo de estudo, é a escolha correta das plantas sensíveis à cada herbicida aplicado. A diferença quantitativa entre as formulações não é tão definida como os estudos em laboratório, pois as variedades de plantas bioindicadoras é maior do que a variabilidade de medição de perda física. Uma vantagem é que esse método não é caro e há uma simplicidade maior de execução, quando comparado com o de campo (STRACHAN et al., 2010; ANONYMOUS 2012; MUELLER; 2015).

Estudos em campo: Apesar de serem mais desafiadores e caros, os estudos em campo têm a vantagem de serem mais representativos da realidade dos aplicadores. As condições ambientais, o solo, a velocidade do vento, as plantas daninhas encontradas na região, entre outros aspectos. Normalmente os estudos são realizados em grandes áreas de cultivo (10 ha) usando parcelas dentro desta área. Qualquer que seja a volatilidade medida em um tratamento pode ser significativa quando comparada ao outro, considerações importantes a serem observadas é a distância e dimensão das parcelas, algumas pesquisas utilizam 15 m por 15 m e uma distância de 12 m entre parcelas. (MUELLER, 2013). É importante garantir que o produto químico não contamine outras áreas. Nesse sentido, nos estudos de campo, dois métodos diferentes podem ser aplicados: amostragem do ar seguida da análise química ou adotar a técnica de bioensaio. A vantagem do bioensaio é que é simples e a medição direta da resposta da planta do movimento secundário do herbicida (MUELLER, 2015).

Abaixo estão descritos os dois métodos aplicados no estudo em campo para mensurar quantidade dos herbicidas perdidos por volatilização.

Pesquisas baseadas em bioensaios: Esse método utiliza de plantas bioindicadoras, necessárias para quantificar os efeitos do herbicida. De maneira básica, uma área alvo é pulverizada com o herbicida, sem a presença das plantas sensíveis. Seguindo um intervalo de tempo suficiente para que se elimine a deriva por partículas, as plantas bioindicadoras são introduzidas na área alvo, expondo a volatilidade do herbicida. Estas plantas podem permanecer no campo para o estudo da exposição ao produto químico durante as aplicações, ou podem ser substituídas para estudo da deriva em escala temporal. Um desafio do bioensaio é a variabilidade da medição, dependente de como a planta bioindicadora cresce após ser exposta a volatilização do herbicida. Outro problema é a dificuldade de mensurar com precisão a resposta da planta ao produto químico. As injúrias causadas por herbicidas auxínicos sobre pequenas doses são bem característicos. Porém em altas doses, necrose e morte são definições bem gerais (STRACHAN et al., 2013; MUELLER, 2015).

Pesquisas baseadas em amostragens: Muitas vezes há limitações de eletricidade em campo, a vida da bateria pode determinar quanto tempo leva para os amostradores coletarem qualquer vapor. Uma vez capturado os resíduos voláteis dos herbicidas, deve-se observar se os resíduos podem ser extraídos e quantificados com sucesso usando técnicas analíticas, como cromatografia líquida com espectrômetro de massa (do inglês: *liquid chromatography-mass spectrometry*, LC-MS). Outros fatores a serem observados é

o fluxo de ar total através dos amostradores, estabilidade dos analitos, contaminação de outros tratamentos, produto químico analisado e condições de campo. Os amostradores de ar geralmente são colocados muito perto ou dentro da área pulverizada. Várias medições são realizadas em uma única parcela se os amostradores são pequenos e funcionam com bateria. Se o amostrador for mais eficiente e de tamanho maior, pode exigir apenas um por talhão. O meio de amostragem pode variar de um papel celulósico para combinações de filtros de papéis em séries com matrizes mais absorventes. Este tipo de estudo esclarece a volatilidade relativa de diferentes tratamentos sob um conjunto específico de condição de campo, por exemplo, comparece duas formulações quanto ao grau de volatilidade, este grau é definido em porcentagem. Ex: A formulação X é 20% menos volátil que a Z (MUELLER, 2015). Os equipamentos de amostragem de ar não foram construídos com materiais resistentes à chuva em campo, e a precipitação pode alterar a quantidade de vapor potencial de herbicida. Uma estação meteorológica nas proximidades do campo é essencial para realização das amostragens. Tendo como análise, a temperatura, precipitação, velocidade e direção do vento. A estação deve ser configurada para coletar dados de 15 em 15 min. Depois que as amostras são coletadas elas são extraídas com solventes orgânicos e em seguida é realizada a análise química. Geralmente é utilizado o LC-MS de acordo com Mueller et al. (2013).

As pesquisas com o objetivo determinar perdas secundárias de herbicidas por volatilização, podem fornecer informações importantes para orientação de uso do produto. Com o surgimento de vários biótipos de plantas daninhas resistentes ao glyphosate, outros herbicidas devem ser usados em conjunto com este herbicida, ou de forma isolada, então conhecer a dinâmica de diferentes formulações, garante maior eficiência no controle de plantas daninhas, com menores danos ambientais e econômicos ao produtor.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A volatilização e a deriva em campo ainda são um dos maiores desafios enfrentados na agricultura sustentável, contudo é de grande importância a disponibilidade de técnicas para redução desses problemas. Todos os profissionais envolvidos no processo, devem atuar em conjunto. As empresas fornecedoras dos herbicidas têm o desafio de fornecer formulações menos voláteis, evitando perdas de produto para atmosfera. O produtor, por sua vez, deve estar atento as recomendações de uso do herbicida, as condições climáticas mais favoráveis a aplicações e as áreas adjacentes, a fim de evitar contaminações de culturas e águas superficiais. É de extrema importância garantir a segurança dos aplicadores, expostos constantemente ao produto químico, pelo uso dos EPIs. A tecnologia de aplicação deve evoluir no sentido de maximização da eficiência desta prática, promovendo rendimento econômico, sem afetar o homem e o meio ambiente. Por fim, é necessário garantir a proteção de áreas nativas e corpos d'água que estão cada vez mais

expostos aos danos dos pesticidas. Nesse sentido, vale ressaltar a importância do trabalho de pesquisadores e fiscais ambientais, que buscam auxiliar no uso das boas práticas agrícolas em campo. Diante da escassez de estudos sobre os impactos do uso inadequado de herbicidas e medidas possíveis para redução de deriva e volatilização, o capítulo tem como importância contribuir com o trabalho de produtores, aplicadores e pesquisadores das ciências agrárias.

REFERÊNCIAS

ALBERTO, D.; COUÉE, I.; PATEYRON, S.; SULMON, C.; GOUESBET, G. Low doses of triazine xenobiotics mobilize ABA and cytokinin regulations in a stress- and low-energy-dependent manner. **Plant Science**, Amsterdam, v. 274, p.8-22, 2018.

ALMEIDA, D. P. **Tecnologia de aplicação de herbicidas na dessecação de coberturas vegetais**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Goiás, Jataí. 2014, 52 p.

Anonymous. **The Making of an Advanced Dicamba Formulation**. 2013. Disponível em: <http://www.agro.basf.us/information/video-library/dicamba.html>. Acesso em: 30 de dezembro de 2020.

ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Boletim de Pesquisa de Soja, v. 14, p. 347-372, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/137409>. Acesso em: 12 de dezembro de 2020.

BELO, M. S. D. S. P.; PIGNATI, W.; DE CARVALHO, D. E. F. G.; MOREIRA, J. C.; PERES, F. Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 37, n. 125, p. 78-88, 2012.

BOERBOOM, C. F. **Studies of Dicamba Movement to Soybeans**. 2019. Disponível em: <https://extension.soils.wisc.edu/wcmc/field-case-studies-of-dicamba-movement-to-soybeans>. Acesso em: 24 de dezembro de 2020.

BRADLEY, K. W. **A Final Report on Dicamba-injured Soybean Acres**, 2017. Disponível em: https://ipm.missouri.edu/IPCM/2017/10/final_report_dicamba_injured_soybean. Acesso em: 25 de dezembro de 2020.

BROCHADO, M. G.; MENDES, K. f., **A “nova” era do dicamba: Problemas ou soluções?** Boletim informativo MIPD, n. 6, outubro de 2020.

BUENO, M. R. ALVES; G. S., PAULA; A. D. M., CUNHA; J. P. A. R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 705-713, 2013.

CÁCERES, N. T. **Aplicação foliar de herbicidas: exigências climáticas e fisiológicas da planta**. Scot consultoria, 2020. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

CARVALHO, G. P., SILVA, A. A., NUNES, T. V., BARBOSA, F. A., SILVA, J. I. C., CERQUEIRA, F. B., ERASMO, E. A. L., SARMENTO, R. A. Deriva simulada de triclopyr e fluroxypyr + triclopyr no desenvolvimento de mudas de clones de Eucalyptus. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 165-173, 2014.

CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. 1ª edição. Lages, SC: Edição do Autor, 2013. 72p.

CHRISTOFFOLETI, P. J. **Impacto e Desafios das Novas Tecnologias na Agricultura**. I Workshop Online de Plantas Daninhas e Pesticidas no Ambiente, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oPQk45ljCOK&feature=youtu.be>. Acesso em: 22 de dezembro de 2020.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ, O. R. F.; DAMIN, V.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, v. 2, p. 72, 2009.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas nas plantas**. 2016. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile>. Acesso em: 03 de janeiro de 2020.

CHS NEWS. **The difference between drift and volatilization**. 2018. Disponível em: <https://www.chsholdrege.com/about-us/news/the-difference-between-drift-and-volatilization>. Acesso em: 31 de dezembro de 2020.

CIESLIK, L.F.; VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Fatores ambientais que afetam a eficácia de herbicidas inibidores da ACCase: revisão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.2, p.483-489, 2013.

CONTIERO, R.L.; BIFFE, D.F.; CATAPAN, V. Tecnologia de Aplicação. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, p. 401-449, 2018.

CORREIA, N. M. **Comportamento dos herbicidas no ambiente**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Documento 160, p. 14, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

COSTA, A. G. F.; VELINE, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré emergência. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.1, p.203- 210, 2007.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; FIORINI, M. V.; SILVA, J. R. M. Efeito de pontas e pressões de pulverização na deriva de glyphosate + 2,4-D em condições de campo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 62-70, 2012.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; FIORINI, M. V.; SIONO, L. M. Adjuvantes na deriva de 2,4-D + glyphosate em condições de campo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 387-392, 2014.

COSTA, E. M. **Deriva simulada de dicamba e 2,4-D: Efeito sobre a produtividade e qualidade fisiológica das sementes de soja recém-colhidas e armazenadas**. Dissertação de mestrado. Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2019, 74p.

DECARO JUNIOR, S. T. **Avaliação de um pulverizador de volume ultra baixo na cultura do café para o controle de (*Leucoptera coffeella*) (Lepidoptera: Lyonetiidae)**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013, 102 p.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: Funep, v.1, 1992. 431 p.

DOOHAN, D. J.; DOWNER R. A. **Reduzindo o risco de deriva de 2,4-D e Dicamba para frutas, vegetais e plantas paisagísticas**. Agricultura e recursos naturais, 2016. Disponível em: <https://ohioline.osu.edu/factsheet/hyg-6105>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

DUNCAN, C. **Factors affecting herbicide performance**. Herbicide Information. Techline Invasive Plant News, 2018. Disponível em: <https://update-techline.squarespace.com/herbicides/herbicideperformance>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

DUNCAN, C. **Spray Tank Cleanout**. 2015. Disponível em: <https://sprayers101.com/tank-clean/>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Tecnologia de aplicação de defensivos**. 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

FAGGION, F.; ANTUNIASI, U. R. Desempenho de pontas de pulverização quanto a indução de ar nas gotas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 4, p. 72-82, 2010.

FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; MACHADO, A. F. L. Tecnologia de aplicação de herbicidas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, p. 326-367, 2007.

FERREIRA, P. H. U.; FERREIRA, M. C. **Cuidados necessários para evitar problemas de deriva e volatilização**. 2020. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/cuidados-necessarios-para-evitar-problemas-de-deriva-e-volatilizacao>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

GANDOLFO, M. A.; CHECHETTO, R. G.; CARVALHO, F.K.; GANDOLFO, U.D.; MORAES, E. D. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 474-480, 2013.

GBLER, L.; SPADOTTO, C. A. Comportamento ambiental dos herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.). **Manual de manejo e controle das plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 39-71.

GIL, Y.; SINFORT, C. Emission of pesticides to the air during sprayer application: A bibliographic review. **Atmospheric Environment**, Maracay, v. 39, n. 28, p. 5183-5193, 2005.

GIRARDELI, A. L. **As diferenças de sintomas de injúrias de 2,4 D e dicamba em soja**. Disponível em: <https://maissoja.com.br/as-diferencas-de-sintomas-de-inurias-de-24-d-e-dicamba-em-soja>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

International Sustainability et Carbon Certification (ISCC). **General notes on chemicals**, 2013. Disponível em: <https://www.iscc-system.org/smallholder-academy/snvwur-better-management-training-programme/module-2>. Acesso em: 24 de dezembro de 2020.

JACTO. **Dica do especialista**. Disponível em: https://blog.jacto.com.br/uniformidade-de-distribuicao-transversal/jacto-dicadoespecialista_ilustracoes_16. Acesso em: 24 dezembro de 2020.

JOHNSON, V. A. Cotton, peanut, and soybean response to sublethal rates of dicamba, glufosinate, and 2,4-D. **Weed Technology**, Cambridge, v. 26, n. 2, p. 195-206, 2012.

KNISS, A. R. Soybean response to dicamba: a meta-analysis. **Weed Technology**, Cambridge, v. 32, n. 5, p. 507-512, 2018.

LANGARO, A. C.; NOHATTO, M. A.; PERBONI, L. T.; TAROUÇO, C. P.; AGOSTINETTO, D. Alterações fisiológicas na cultura do tomateiro devido à deriva simulada de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 40-46, 2014.

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. **Tecnologia de aplicação e equipamentos**. In: ABEAS - Curso de proteção de plantas. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2001. 85 p.

MELO, M. S. C.; ROSA, L. E.; BRUNHARO, C. A. D. C. G., NICOLAI, M., CHRISTOFFOLETI, P. J. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 195-203, 2012.

MIRANDA, A.C.D.; MOREIRA, J. C.; CARVALHO, R. D.; PERES, F. Neoliberalismo, uso de agrotóxicos e a crise da soberania alimentar no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 7-14, 2007.

MUELLER, T. C. Methods to measure herbicide volatility. **Weed Science**, Champaign, v. 63, n.sp1, p. 116-120, 2015.

MUELLER, T. C.; WRIGHT, D. R.; REMUND, K. M. Effect of formulation and application time of day on detecting dicamba in the air under field conditions. **Weed Science**, Champaign, v. 61, n. 4, p. 586-593, 2013.

NATIONAL WILDLIFE REFUGE SYSTEM. U.S. Fish and Wildlife Service. **Chemical Methods in Practice**. 2009. Disponível em: <https://www.fws.gov/invasives/stafftrainingmodule/methods/chemical/practice>. Acesso em: 24 de dezembro de 2020.

NICOLAI, D.; STAHL, L.; HERZFELD, D. **Avoiding herbicide drift**. Disponível em: <https://extension.umn.edu/herbicides/too-windy-to-spray>. Acesso em: 24 de dezembro de 2020.

OLIVEIRA, A. F. Macroaggregation and soil organic carbon restoration in a highly weathered Brazilian Oxisol after two decades under no-till. **Science of the Total Environment**, Netherlands, v. 621, p. 1559–1567, 2018.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA J. R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 263-304.

OSBORNE, P. P.; XU, Z.; SWANSON, K. D.; WALKER, T.; FARMER, D. K. Dicamba and 2,4-D residues following applicator cleanout: A potential point source to the environment and worker exposure. **Journal of the Air & Waste Management Association**, Pittsburgh, v. 65, n. 9, p. 1153-1158, 2015.

PENCKOWSKI, L. H.; PODOLAN, M.J.; LOPEZ, R. F. Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes sobre a eficácia de controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura de trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 435-442, 2003.

Pesticide Properties DataBase (PPDB). **List of pesticides**. University of Hertfordshire, 2020. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

PIRES, J. L. M. **Volatilidade de herbicidas em duas condições ambientais controladas**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Bandeirantes*, 2016, 33 p.

POPOV, D. **Dicamba no Brasil? Veja o que a pesquisa já testou e deve recomendar**. 2019. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/sites-e-especiais/projeto-soja-brasil/dicamba-no-brasil-pesquisa-deve-recomendar/>. Acesso em: 25 de agosto de 2020.

RAMOS, H. H. No lugar certo máquinas e pulverização. **Revista Cultivar**, Pelotas, v.1, n. 6, p 4, 2001.

RITTER, A. F.S.; ARNHOLD, M. F.; SCHNEIDER, J.; PAVAN, D.; SCHMITZ, R.; FELDMANN, N. A.; RHODEN, A. C.; MUHL, F. R. **Controle de plantas daninhas com a utilização de herbicidas pós-emergentes de contato**. Disponível em: https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2017/617.pdf. Acesso em: 30 de dezembro de 2020.

RITTER, R. L. **Understanding herbicide resistance in weeds**. Illinois: Sandoz Crop Protection, 1989.

RODRIGUES, E. B.; ABI-SAAB, O. J.; GANDOLFO, M. A.; DE OLIVEIRA, R. B.; HASEGAWA, M. M. Drift of glyphosate application using backpack sprayers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 10, p. 1012-1018, 2015.

RUIZ, T.J.; CASTRO, R.; RIVERO, P. N.; BELLO, M. R.; SÁNCHEZ, D. Occurrence of glyphosate in water bodies derived from intensive agriculture in a tropical region of southern Mexico. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 93, n. 3, p. 289-293, 2014.

SANTOS, E. A. **Contaminação por herbicidas em corpos hídricos da microbacia do Córrego Rico (SP) e aspectos toxicológicos de atrazine a juvenis de *Piaractus mesopotamicus***. Dissertação de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2013, 83 p.

SANTOS, J. M. F. **Aplicação correta: eficiência, produtividade e baixo custo em culturas agrícolas**. Reunião itinerante de fitossanidade do instituto biológico, v. 9, p. 69-113, 2003. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/rifib/IX_RIFIB/santos2.PDF. Acesso em: 15 de dezembro de 2020.

SCHREIBER, F. **Volatilização do clomazone e ocorrência de hormônios esteróides e agrotóxicos na água potável e em chuveiros de regiões arroyeiras do sul do Brasil**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012, 113 p.

SCHREIBER, F.; AVILA, L. A.; SCHERNER, A; MOURA S. D.; MARTINI, I, N. Volatilidade de formulações de clomazone em condições de campo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 15, n. 3, p. 271-280, 2016.

SILVA, D. R. O.; SILVA, E. D. N.; AGUIAR, A. C. M.; NOVELLO, B. D.; SILVA, A. A.; BASSO, C. J. Drift of 2,4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 8, 2018.

Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG). **O que você precisa saber sobre defensivos agrícolas**. 2020. Disponível em: <https://sindiveg.org.br>. Acesso em 27 de dezembro de 2020.

SOUZA, L. A. Deposição do herbicida 2,4-D amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas daninhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 78-85, 2012.

STRACHAN, S. D.; CASINI, M. S.; HELDRETH, K. M.; SCOCAS, J. A.; NISSEN, S. J.; BUKUN, B. Vapor movement of synthetic auxin herbicides: aminocyclopyrachlor, aminocyclopyrachlor-methyl ester, dicamba, and aminopyralid. **Weed Science**, Champaign, v. 58, n. 2, p. 103-108, 2010.

STRACHAN, S. D.; FERRY, N. M.; COOPER, T. L. Vapor movement of aminocyclopyrachlor, aminopyralid, and dicamba in the field. **Weed Technology**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 143-155, 2013.

TEEJET TECHNOLOGIES. **Catálogo 51A-PT, 2011**. Disponível em: <https://www.teejet.com>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; PAES, F. A. S. V.; MELO, C. A. D.; MEDEIROS, W. N. Crescimento de mudas de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n.1, p.65-73, 2012.

ULISSES, R. A. **Principais aspectos para reduzir a deriva de herbicidas**. Notícias Agrícolas, 2020. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/>. Acesso em 01 de dezembro de 2020.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. Distribuição volumétrica e espectro de gotículas por bicos de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

VIDAL, R. A. **Ação dos herbicidas: Absorção, translocação e metabolização**. Porto Alegre: Edição do Autor, 2002. 89 p.

VOLL, E.; FERREIRA, A. C. B.; GAZZIERO D. L. P.; ADEGAS, F. S. **Tecnologia de aplicação de herbicidas**. Agência Embrapa de informações técnicas-AGEITEC. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em 01 de dezembro de 2020.

WEED OUT. **Deriva de herbicidas: seu dinheiro pode estar voando por aí!** Disponível em: <https://weedout.com.br/deriva-de-herbicidas-seu-dinheiro-pode-estar-voando-por-ai>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

CAPÍTULO 11

EFEITOS DOS INSETICIDAS METOMIL E CIPERMETRINA SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR E A AÇÃO PROTETORA DA MELATONINA

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 26/12/2020

Ketsia Sabrina do Nascimento Marinho

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife-PE
Orcid: 0000-0002-5645-359X

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife-PE
Orcid: 0000-0002-4150-1923

Valéria Wanderley Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-9533-5476

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-5940-9220

Katharine Raquel Pereira dos Santos

Universidade Federal de Pernambuco (Centro
Acadêmico de Vitória)
Vitória de Santo Antão-PE
Orcid: 0000-0002-6737-0132

Cristiano Aparecido Chagas

Universidade Federal de Pernambuco (Centro
Acadêmico de Vitória)
Vitória de Santo Antão-PE
Orcid: 0000-0001-7950-8517

Ilka Dayane Duarte de Sousa Coelho

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife-PE
Orcid: 0000-0003-2208-3719

Clovis José Cavalcanti Lapa Neto

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife-PE
Orcid: 0000-0002-2507-3682

Laís Caroline da Silva Santos

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife-PE
Orcid: 0000-0003-3123-4224

RESUMO: A crescente utilização de agrotóxicos nas plantações tem preocupado a população quanto aos seus efeitos na saúde humana. Metomil e cipermetrina são praguicidas muito utilizados na agricultura mundial. A exposição a tais compostos pode causar graves danos no sistema reprodutor, seja pela ação direta do composto seja por efeitos indiretos. O mecanismo de ação desses praguicidas parece estar relacionado com um desequilíbrio no sistema de defesa antioxidante celular, causando aumento do estresse oxidativo e danos na molécula de DNA. Os danos celulares provocados pela exposição à praguicidas podem ser minimizados com a utilização de substâncias com potencial antioxidante, como a melatonina. A melatonina é um neuro-hormônio que estimula a ação de diversas enzimas com potencial antioxidante e suprime a atividade de enzimas pró-oxidantes, protegendo as células de danos oxidativos. Sendo assim, esse trabalho teve por objetivo apresentar uma revisão de literatura sobre as principais consequências do uso dos inseticidas cipermetrina e metomil sobre o sistema reprodutor e a ação protetora

da melatonina exógena sobre os agrotóxicos. Para isso, foram utilizados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos em jornais de grande circulação e boletins de empresas e agências públicas. Os artigos científicos foram selecionados através do banco de dados do Scielo, Google acadêmico, Science direct e Pubmed. A busca nos bancos de dados foi realizada utilizando as terminologias utilizadas pelos descritores em ciências da saúde em português e inglês, além disso, os artigos foram limitados aos anos de 1990 a 2019. Com isso, concluímos que como o uso dessas substâncias ainda não podem ser eliminadas, a utilização de alternativas terapêuticas como a melatonina parece ser um agente promissor contra as alterações causadas por esses inseticidas.

PALAVRAS-CHAVE: Agrotóxicos; Antioxidantes; Sistema reprodutor.

EFFECTS OF THE INSECTICIDES METOMIL AND CIPERMETRINA ON THE REPRODUCTIVE SYSTEM AND THE PROTECTIVE ACTION OF MELATONIN

ABSTRACT: The growing use of pesticides in plantations has been worrying the population about its effects on human health. Methomyl and cypermethrin are pesticides widely used in world agriculture. Exposure to such compounds can cause serious damage to the reproductive system, either by the direct action of the compound or by indirect effects. The mechanism of action of these pesticides seems to be related to an imbalance in the cellular antioxidant defense system, causing an increase in oxidative stress and damage to the DNA molecule. Cellular damage caused by exposure to pesticides can be minimized with the use of substances with antioxidant potential, such as melatonin. Melatonin is a neurohormone that stimulates the action of several enzymes with antioxidant potential and suppresses the activity of pro-oxidant enzymes, protecting cells from oxidative damage. Therefore, this work aimed to present a literature review on the main consequences of the use of the insecticides cypermethrin and metomil on the reproductive system and the protective action of exogenous melatonin on pesticides. For this, data from existing academic studies, articles in widely circulated newspapers and newsletters from companies and public agencies were used. Scientific articles were selected through the Scielo database, Google scholar, Science direct and Pubmed. The search in the databases was carried out using the terminologies used by the health science descriptors in Portuguese and English, in addition, the articles were limited to the years 1990 to 2019. With that, we conclude that as the use of these substances cannot yet be completely eliminated, the use of therapeutic alternatives such as melatonin seems to be a promising agent against the changes caused by these insecticides.

KEYWORDS: Pesticides; Antioxidants; Reproductive system.

1 | MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa constitui-se de uma revisão de literatura realizada entre os meses de novembro e dezembro de 2020, no qual foram coletados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos em jornais de grande circulação e boletins de empresas e agências públicas. Os artigos científicos foram selecionados através do banco de dados do Scielo, Google acadêmico, Science direct e Pubmed. A busca nos bancos de dados foi realizada utilizando as terminologias utilizadas pelos descritores em ciências da saúde em

português e inglês, além disso, os artigos foram limitados aos anos de 1990 a 2019.

2 | INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira tem se destacado consideravelmente nos últimos anos, e em consequência disso há uma maior utilização na quantidade de agrotóxicos para otimizar a produção agrícola. Desde o ano de 2008 o Brasil já liderava o ranking mundial no consumo de agrotóxicos. No entanto, o seu uso indiscriminado representa um grave risco para a saúde humana e ao meio ambiente (CARNEIRO et al., 2015).

Dentre os carbamatos e piretroides mais utilizados na agricultura destacam-se o metomil (Mt) e a cipermetrina (Cp), respectivamente. O metomil (S-methyl N-(methylcarbamoyloxy thioacetimidate) tem sido usado com bastante frequência na produção agrícola devido a sua vida relativamente curta no meio ambiente e ação rápida sobre a praga alvo. Entretanto, sua exposição inadequada exerce ações tóxicas sobre o sistema nervoso, sendo um potente agente genotóxico capaz de induzir anomalias cromossômicas nas células de mamíferos (KAUR; SANDHIR, 2006).

Ademais, o uso indiscriminado da cipermetrina (RS)- α -cyano-3-phenoxybenzyl (1RS,3RS;1RS,3SR)-3-(2,2-dichlorovinyl) 2,2dimethyl cyclopropane carboxylate) também pode exercer nos vertebrados diversos efeitos tóxicos, acumulando-se na gordura corporal, pele, fígado, rins, glândulas adrenais, ovários, pulmões, sangue e coração (KANBUR et al., 2016).

Estudos revelam que a toxicidade de alguns inseticidas está relacionada à geração aumentada de radicais livres, os quais são responsáveis pelo aumento do estresse oxidativo celular e danos no tecido hepático (DJEFFAL et al., 2015). No entanto, o estresse oxidativo provocado pela administração de alguns inseticidas pode ser reduzido pelo tratamento em conjunto de substâncias com propriedades antioxidantes, a exemplo da melatonina (IDRIS; AMBALI; SULEIMAN, 2017).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo demonstrar o efeito dos inseticidas metomil e cipermetrina sobre o sistema reprodutor e o efeito protetor da melatonina sobre os agrotóxicos.

3 | AGROTÓXICOS METOMIL E CIPERMETRINA

O metomil, S-metil-N-(metilcarbamoiloxi) tioacetimidato, de fórmula molecular $C_5H_{10}O_2N_2S$ é pertencente ao grupo químico dos carbamatos. Ele é altamente solúvel em água e pode facilmente causar contaminação das águas subterrâneas em áreas agrícolas (FARRÉ et al., 2002).

O seu uso como inseticida e acaricida é autorizado pela ANVISA e indicado principalmente na aplicação foliar das culturas de algodão, couve, brócolis, repolho, batata,

milho, soja, trigo e tomate (ANVISA, 2018).

O Mt é classificado pela Organização Mundial da Saúde, como um inseticida muito tóxico e de uso restrito (ANVISA, 2018). Sua escolha está relacionada à forte atividade biológica e o seu tempo de meia-vida relativamente curto no meio ambiente. (CHARPENTIER; FOURNIER, 2001).

A Cipermetrina é uma molécula do tipo α -ciano que contém três centros quirais e pode constituir-se de uma mistura racêmica composta por até oito isômeros (DOS SANTOS; AREAS; REYES, 2007). É bastante utilizado na agricultura devido à eficiência no combate de pragas, e pela persistência moderada no ambiente. É classificada como altamente tóxica para o meio ambiente e para os indivíduos expostos (COLLINS; CAPPELLO, 2005). Seu uso indiscriminado pode ocasionar a produção aumentada de espécies reativas de oxigênio e aumentar a concentração de cálcio citosólico levando à citotoxicidade, genotoxicidade e mutagenicidade (IDRIS; AMBALI; AYO, 2012).

4 | EFEITOS DO METOMIL SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR

Somente a partir da segunda metade do século XX foi que se instalou uma preocupação crescente quanto ao efeito das substâncias químicas sobre os organismos em fase de desenvolvimento, embrião ou feto (SCHÜLER-FACCINI, 2002). Durante o período gestacional a maioria dos agentes químicos atravessa facilmente a barreira placentária e, dessa maneira, pode-se considerar que a exposição materna a agentes externos, entre esses os agentes químicos, como os agrotóxicos, pode resultar em efeitos drásticos sobre um organismo passivo, alvo secundário desses agentes, que é o organismo a se desenvolver (embrião e/ou feto) (LEMONICA et. al., 2008). A exposição a estes agentes pode desencadear em diferentes respostas, que pode variar desde a um efeito anti-implantação, alterações funcionais e/ou morfológicas, retardo geral no desenvolvimento, malformações, e até mesmo levar a morte (WEBSTER; FREEMAN, 2001; LEMONICA et. al., 2008). Estas disfunções podem ser causadas pela ação direta do agente tóxico sobre o embrião e/ou feto, ou até mesmo, através da ação sobre o organismo materno (BERNARDI, 2003).

Os efeitos gerados na fase pré-natal podem levar a distúrbios irreversíveis, principalmente a exposição no período da organogênese, que é uma das fases mais suscetíveis ao aparecimento de anormalidades no desenvolvimento, pois as alterações são produzidas durante a formação e/ou diferenciação dos órgãos (LO; FRIENDMAN, 2002; BERNADI, 2003). Estudos que investigam os efeitos dos agrotóxicos em populações não diretamente vinculadas com a cadeia produtiva dessas substâncias são de extrema importância para compreender a interação com o organismo. O uso indiscriminado dos defensivos agrícolas é considerado na atualidade um grave problema de saúde pública (DA SILVA; DE MELLO; OTERO, 2016).

Na década de 90, Hasan et al. (1990), já estudava os efeitos fetotóxicos da

exposição ao Mt durante o período gestacional, em especial, no período da organogênese. A administração oral de 1,0 mg/kg e 5,0 mg/kg em ratas prenhes causou reabsorção precoce nos fetos expostos e diminuição no peso médio da ninhada. A menor dose resultou em hiperplasia do coração e fígado, e alterações esqueléticas na prole. A administração prolongada deste inseticida, nestes níveis, durante 70 dias sucessivos, diminuiu o peso relativo dos testículos, vesículas seminais, glândulas prostáticas e viabilidade dos espermatozoides, o que pode resultar em perda na capacidade reprodutiva do animal.

A toxicidade induzida por Metomil em testículos de ratos machos causa drástica redução nos níveis séricos de testosterona, com diminuição na qualidade do esperma e dano testicular. As anormalidades observadas foram em decorrência da espermatogênese incompleta devido à diminuição do hormônio testosterona (SAKR et al., 2018). A administração de Metomil em animais machos maduros sexualmente gera diminuição no índice de fertilidade, nos níveis de testosterona sérica, na motilidade e contagem espermática. O Mt pode aumentar expressivamente os níveis de genes responsáveis pela indução de apoptose (caspase-3, caspase-9, Tp53 e Bcl2) em células testiculares (HEIKAL, 2015).

A sua ação teratogênica foi observada em animais tratados com diferentes dosagens. Este estudo aponta o metomil como sendo um desregulador endócrino, que afeta o peso corporal e o ciclo estral dos animais. Além disso, sugere que o metomil tem efeito teratogênico/embriotóxico nos animais expostos durante o período da organogênese (TOLEDO et al., 2019). O efeito do Mt durante o desenvolvimento folicular ovariano e a fertilidade foram testados em modelo animal por Shanthalatha et al. (2012). A administração de 5mg/kg de formulação comercial Lannate®, durante 90 dias, resultou em uma diminuição significativa nos órgãos relacionados com a capacidade reprodutiva (ovários, útero e tubas uterinas). Os resultados também indicaram que essa dosagem testada é suficiente para provocar a perda dos folículos ovarianos e causar infertilidade. O tratamento de 28 dias com diferentes doses de Mt é capaz de produzir toxicidade materna e embriotoxicidade, com redução significativa no número de sítios de implantações, número de fetos vivos por ninhada e, uma maior incidência de embriões mortos (MOKHTAR et al., 2013).

Ratas Wistar tratadas com o Mt de formulação Lannate® durante a gestação apresentaram diminuições significativas nos níveis de progesterona, tamanho da ninhada, índice de gestação, peso médio dos neonatos e peso relativo dos ovários. Exames histopatológicos da glândula suprarrenal e ovários revelaram alterações quanto à estrutura e organização dos componentes celulares, com vacuolização das células da glândula suprarrenal, bem como alterações degenerativas com poucos folículos saudáveis e muitos folículos atrésicos em diferentes estágios de desenvolvimento nos ovários (RACHID; IBRAHIM, 2013). Parâmetros bioquímicos, histológicos e reprodutivos também foram estudados por Mosbah e colaboradores em 2016. O Mt aumentou significativamente o nível de colesterol, glicose, creatinina, ureia, AST e ALT, enquanto ocorreu uma redução no

nível de proteínas totais. Os animais apresentaram um declínio no nível de progesterona, alterações no índice reprodutivo e um aumento no número de folículos atresícos do ovário e do corpo lúteo degenerativo, comprovando a sua toxicidade reprodutiva (MOSBAH et al., 2016). Esses resultados demonstraram que a exposição ao praguicida deve ser feita com precaução, especialmente, durante o desenvolvimento reprodutivo, pois, pode ocasionar efeitos deletérios no organismo exposto.

5 | EFEITOS DA CIPERMETRINA SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR

A Cp também pode induzir uma variedade de efeitos neurotóxicos, imunotóxicos, genotóxicos, embriotóxicos e fetotóxicos, em vários sistemas experimentais já testados (CANTURATTI et al. 2008; MURANLI, 2013). A sua toxicidade reprodutiva também é uma grande preocupação, considerando que a espermatogênese humana pode ser vulnerável à exposição crônica de produtos químicos, mesmo que em baixíssimas concentrações (SINGH et al., 2014). A exposição durante a puberdade interrompe a síntese de testosterona através da redução da proteína reguladora aguda da estereidogênese (StAR) nos testículos de ratos (WANG et al., 2010).

Estudos mostraram que a Cp diminuiu significativamente a fertilidade, reduziu o número de sítios de implantações e quantidade de fetos viáveis, além de ter causado alterações no ovário e no útero. Pouco se conhece sobre o mecanismo de toxicidade reprodutiva induzida por esse inseticida, no entanto, sabe-se que ele pode atuar sobre os diferentes órgãos do organismo (KHATAB et al., 2016). A exposição durante a gravidez pode afetar o estado metabólico materno e causar consequências no desenvolvimento fetal. A administração de diferentes doses (21.25 mg/kg, 42.5 mg/kg, 65 mg/kg e 85 mg/kg) em 5% de óleo vegetal durante a gestação de ratas prenhes e seus descendentes foi avaliado por Madu, (2015). Os animais que receberam doses mais elevadas apresentaram sintomas atípicos, como a hipersalivação, irritabilidade, convulsão, dificuldade respiratória e até mesmo a morte. A administração também induziu uma diminuição no peso corporal, congestão vascular e hemorragia em diferentes órgãos.

A administração oral nas dosagens de (1,25 mg/kg, 2,5 mg/kg e 5 mg/kg) da Cp em ratas prenhes conduziu mudanças no complexo enzimático citocromo P 450, em regiões do cérebro. Essas alterações nesse complexo enzimático acaba afetando a biotransformação destas drogas no organismo, e sua consequente acumulação nos tecidos corpóreos (SINGH et al., 2015). Várias alterações metabólicas e redox levando a prejuízos fisiológicos maternos e a alterações metabólicas fetais ocorreu em decorrência do baixo consumo da Cp. Parâmetros bioquímicos plasmáticos, marcadores de lipídios do fígado e estresse oxidativo foram determinados em animais expostos a uma dieta contendo 0,02 mg/kg/dia do inseticida durante toda a gestação. A exposição induziu um aumento no peso corporal e nos níveis plasmáticos de glicose e lipídios, bem como nas atividades plasmáticas

das enzimas aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase e fosfatase alcalina nas ratas prenhes e seus recém-nascidos. Todos os animais provenientes da gestação apresentaram estresse celular oxidativo e alteração do estado oxidante-antioxidante (HOCINE et al., 2016).

A exposição pós-natal em descendentes de mães alimentadas com dieta padrão contendo Cp durante a gestação e lactação induziu diversas alterações metabólicas e desequilíbrio no estado oxidante/antioxidante. Altos níveis de proteínas carbonílicas e malonaldeído, e baixos níveis de antioxidantes nos eritrócitos, fígado e rim foram encontrados (GHORZI et al., 2017). Os efeitos da Cp no cérebro também já são conhecidos. A exposição uterina e lactacional a baixas doses do inseticida leva a defeitos de desenvolvimento neurológico em camundongos machos (LAUGERAY et al., 2017). A exposição pré-natal induz toxicidade no neurodesenvolvimento e defeitos na corticogênese, sendo capaz de reduzir a proliferação, maturação e diferenciação neuronal (GUO et al., 2018).

Os efeitos da exposição subcrônica da Cp no ovário e endométrio também foi investigado, bem como o envolvimento da apoptose na sua toxicidade. A Cp pode suprimir o número de células foliculares e desencadear o afinamento do endométrio por meio da apoptose, causando um comprometimento na reprodução desses animais em estudo (WARDANI et al., 2019). Obinna e Agu (2019) investigaram o efeito da Cp sobre os parâmetros reprodutivos na maturidade sexual de fêmeas expostas na fase perinatal. O seu efeito na geração F1 não causou danos no ciclo estral das ratas em estudo e também não apresentou alterações dos hormônios sexuais, exceto, pelo LH, o que pode ocasionar um efeito deletério da maturidade sexual em decorrência da exposição. Diversas outras pesquisas comprovam os efeitos indesejáveis da exposição à Cp em qualquer uma das fases do ciclo reprodutivo, atuando em diversos órgãos do organismo (ZHOU et al., 2018).

Marinho e colaboradores (2019), em estudos com ratas relataram que mesmo em doses seguras, o metomil e a cipermetrina podem induzir danos genéticos em mães e em suas crias, quando as mães são expostas diariamente a tais pesticidas durante a gravidez. Os efeitos genotóxicos de ambos os inseticidas parecem ser decorrentes de um aumento na concentração de radicais livres, causado pela interferência desses compostos e seus metabólitos com enzimas que normalmente promovem a eliminação de agentes oxidantes.

6 | EFEITO PROTETOR DA MELATONINA CONTRA OS AGROTÓXICOS

A melatonina é considerada uma potente eliminadora de radicais livres devido a sua alta capacidade antioxidante. Estudos têm confirmado que a melatonina é um agente promissor na minimização de lesões induzidas pelo uso de agrotóxicos (ASGHARI et al., 2017). As altas concentrações de melatonina nas mitocôndrias é uma provável explicação para a sua capacidade de resistir ao estresse oxidativo e a apoptose celular. Há evidências confiáveis para sugerir que a melatonina deve ser classificada como um antioxidante de

alvo mitocondrial (REITER et al., 2016).

O estresse oxidativo é o principal mecanismo através do qual os agrotóxicos exercem toxicidade nos indivíduos expostos. Acredita-se que o estresse celular ocorre quando os pesticidas induzem alterações no eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, no sistema nervoso autônomo, nas citocinas e na ativação do eixo imunoneuroendócrino, gerando estresse oxidativo e levando ao comprometimento do metabolismo celular (ASGHARI et al., 2017). Bhatti, Sidhu e Bhatti (2011) confirmaram o efeito protetor de 10 mg/kg de melatonina exógena contra o estresse oxidativo induzido pela administração intraperitoneal de Atrazina (300 mg/kg) em eritrócitos de ratos, por um período de 21 dias.

Sarabia et al. (2011) avaliaram a capacidade espermática de ratos expostos a uma dose aguda do inseticida Diazinon, juntamente com uma administração prévia de melatonina (10 mg/kg), para investigar o seu papel antioxidante em células espermáticas. A administração de melatonina antes da exposição ao Diazinon evitou alterações dos parâmetros espermáticos analisados: contagem de espermatozoides, morfologia das células espermáticas e diminuição nos níveis de peroxidação lipídica.

O tratamento em conjunto de 25 mg/kg de Diazinon e melatonina reduziu o estresse oxidativo e o comportamento de ansiedade provocado pelo inseticida em questão. Os animais diminuíram os níveis de malondialdeído (MDA) e fator de necrose tumoral (TNF- α), e aumentou atividade da enzima glutatona peroxidase cerebral, corroborando para o seu papel antioxidante (AHMED; AHMED; EL-MORSY, 2013). Estudos comprovaram que a coadministração com melatonina diminui os danos no sistema nervoso provocados por inseticidas. A melatonina foi capaz de reduzir a geração de espécies reativas de oxigênio (ROS) que, conseqüentemente, aumentam o estresse oxidativo levando à oxidação de lipídios e proteínas, dano a molécula de DNA e apoptose (GHAYOM et al., 2016).

Os efeitos antioxidantes da melatonina contra os danos provocados pela administração do inseticida metomil ainda não são bem esclarecidos na literatura. Popovska-Gorevsk et al (2017) apontam para um novo mecanismo de ação envolvendo alguns inseticidas pertencentes à classe química dos carbamatos e a melatonina. Esse mecanismo de ação pode provocar alterações do equilíbrio homeostático dos principais processos reguladores, como o mecanismo de defesa antioxidante, por meio da ligação direta dos inseticidas aos receptores de melatonina nas células. Alguns carbamatos, como são o caso do carbaril e carbofurano, apresentam uma alta afinidade aos receptores de membrana da melatonina (MT1 e MT2), com uma maior preferência ao receptor MT2, afetando a sinalização da melatonina na célula e dessa maneira reduzindo o seu efeito antioxidante (POPOVSKA-GOREVSK et al., 2017).

Já o efeito protetor da melatonina exógena contra a toxicidade induzida pela exposição à cipermetrina é relatado em alguns poucos estudos com modelos animais na fase adulta (BHATTI et al., 2014; IDRIS; AMBALI; SULEIMAN, 2017). Danos cerebrais provocados pela cipermetrina foram minimizados pelo tratamento conjunto com a melatonina por um período

de 12 semanas (IDRIS; AMBALI; SULEIMAN, 2017). Bhatti et al. (2014) constataram o papel protetor da melatonina na dose de 10 mg/kg contra a hepatotoxicidade induzida pelo consumo de 25 mg/kg de cipermetrina. A coadministração da melatonina por meio da via oral durante quatro semanas foi capaz de reduzir os danos oxidativos no tecido hepático.

No trabalho de Marinho et al. (2019) a melatonina aplicada durante a gestação na dosagem de 10mg/kg diminuiu os efeitos genotóxicos da cipermetrina, mas não os do metomil. Pelo menos para a cipermetrina, a melatonina pode ser eficaz na proteção das células não apenas dos efeitos genotóxicos, mas também de outros efeitos associados à produção de radicais livres.

7 | CONCLUSÃO

Com isso concluímos que como o uso de agrotóxicos na agricultura ainda não pode ser totalmente eliminada, a utilização de alternativas terapêuticas se torna uma possibilidade para minimizar os efeitos decorrentes dessa exposição. A molécula de melatonina parece ser um agente promissor contra as alterações relacionadas para os inseticidas utilizados na agricultura incluindo o metomil e a cipermetrina.

REFERÊNCIAS

AHMED, M. A.; AHMED, H. I.; EL-MORSY, E. M. Melatonin protects against diazinon-induced neurobehavioral changes in rats. **Neurochemical research**, v. 38, n. 10, p. 2227-2236, 2013.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Índice monográfico: **M17–MetomilAnvisa**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/M17%2B%2BMetomil.pdf/35b28b22-55bc-4088-8c0e-946684ffc98>. Acesso em: 20/05/2018.

ASGHARI, M. H.; MOLOUDIZARGARI, M.; BAHADAR, H.; ABDOLLAHI, M. A review of the protective effect of melatonin in pesticide-induced toxicity. **Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology**, v.13, n. 5, p. 545-554, 2017.

BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. Editora Guanabara Koogan, ed. 2, p. 566-574, 2003.

BHATTI, G. K.; SIDHU, I. P. S.; SAINI, N. K.; PUAR, S. K.; SINGH, G.; BHATTI, J. S. Ameliorative role of melatonin against cypermethrin induced hepatotoxicity and impaired antioxidant defense system in Wistar rats. **IOSR Journal of Environmental Science Toxicology Food Technology**, v. 8, n. 1, p. 39-48, 2014.

BHATTI, J. S.; SIDHU, I. P. S.; BHATTI, G. K. Ameliorative action of melatonin on oxidative damage induced by atrazine toxicity in rat erythrocytes. **Molecular and cellular biochemistry**, v. 353, n. 1-2, p. 139-149, 2011.

CANTARUTTI, T. F. P.; DE ARAÚJO, S. L.; ROSSI, S. C.; DALSENTER, P. R. Resíduos de Pesticidas em Alimentos. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba**, v. 18, n. 1, p.9-16, 2008.

CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. D. S.; FRIEDRICH, K.; BURIGO, A. C. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro; Abrasco, p. 623, 2015.

CHARPENTIER, A.; FOURNIER, D. Levels of total acetylcholinesterase in *Drosophila melanogaster* in relation to insecticide resistance. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 70, n. 2, p. 100-107, 2001.

COLLINS, P.; CAPELLO, S. Cypermethrin toxicity to aquatic Life: Bioassays for the freshwater prawn *Palaemonetes argentinus*. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 51, n. 1, p. 79–85, 2005.

DA SILVA, V. D. S. P.; DE MELLO, M. S. C.; OTERO, U. B. Exposure to pesticides and mental disorders in a rural population of Southern Brazil. **NeuroToxicology**, v. 56, p. 7-16, 2016.

DJEFFAL, A.; MESSARAH, M.; BOUMENDJEL, A.; KADECHE, L.; FEKI, A. E. Protective effects of vitamin C and selenium supplementation on methomyl- induced tissue oxidative stress in adult rats. **Toxicology and industrial health**, v. 31, n. 1, p. 31-43, 2015.

DOS SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretróides—uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2007.

FARRÉ, M.; FERNANDEZ, J.; PAEZ, M.; GRANADA, L.; BARBA, L.; GUTIERREZ, H.; BARCELO, D. Analysis and toxicity of methomyl and ametryn after biodegradation. **Analytical and bioanalytical chemistry**, v. 373, n. 8, p. 704-709, 2002.

GHORZI, H.; MERZOUK, H.; HOCINE, L.; MERZOUK, S. A. Long term biochemical changes in offspring of rats fed diet containing alpha- cypermethrin. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 142, p. 133-140, 2017.

GUO, J.; XU, J.; ZHANG, J.; AN, L. . Alteration of mice cerebral cortex development after prenatal exposure to cypermethrin and deltamethrin. **Toxicology letters**, v. n. 287, p. 1-9, 2018.

GHAYOMI, F.; NAVAEI-NIGJEH, M.; BAEERI, M.; REZVANFAR, M. A.; ABDOLLAHI, M. A mechanistic approach for modulation of chlorpyrifos-induced toxicity in human lymphocytes by melatonin, coenzyme Q10, and vinpocetine. **Human & experimental toxicology**, v. 35, n. 8, p. 839-850, 2016.

HASAN, A. B.; EL-HADY, K. A.; EL-MENOUFY, A. F.; SOBBHY, H. M. Effect of methomyl on fetal development and male fertility in rats. **Bulletin of Animal Health and Production in Africa**, v. 38, n. 3, p. 229-232, 1990.

HEIKAL, T. M. Antioxidant potentials of *Origanum majorana* leaves extract against reproductive toxicity and apoptosis-related gene expression resulted from methomyl exposure in male rat. **Planta Medica**, v. 81, n. 16, p.13, 2015.

HOCINE, L.; MERZOUK, H.; MERZOUK, S. A.; GHORZI, H.; YUBI, M.; NARCE, M. The effects of alpha-cypermethrin exposure on biochemical and redox parameters in pregnant rats and their newborns. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 134, p. 49-54, 2016.

IDRIS, S. B.; AMBALI, S. F.; SULEIMAN, M. M. Ameliorative effects of melatonin on brain biochemical changes induced by subchronic co-administration of chlorpyrifos and cypermethrin in male Wistar rats. **Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences**, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2017.

IDRIS, S. B.; AMBALI, S. F.; AYO, J. O. Cytotoxicity of chlorpyrifos and cypermethrin: The ameliorative effects of antioxidants. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 99, p. 16461-16467, 2012.

KAUR, M.; SANDHIR, R. Comparative effects of acute and chronic carbofuran exposure on oxidative stress and drug-metabolizing enzymes in liver. **Drug and Chemical Toxicology**, v. 29, n. 4, p. 415-421, 2006.

KHATAB, A. E.; HASHEM, N. M.; EL-KODARY, L. M.; LOTFY, F. M.; HASSAN, G. A. Evaluation of the Effects of Cypermethrin on Female Reproductive Function by Using Rabbit Model and of the Protective Role of Chinese Propolis. **Biomedical and Environmental Sciences**, v. 29, n. 10, p. 762-766, 2016.

KANBUR, M.; SILIĞ, Y.; ERASLAN, G.; KARABACAK, M.; SARICA, Z. S.; ŞAHİN, S. The toxic effect of cypermethrin, amitraz and combinations of cypermethrin- amitraz in rats. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 6, p. 5232- 5242, 2016.

LAUGERAY, A.; HERZINE, A.; PERCHE, O.; RICHARD, O.; MONTECOT- DUBOURG, C.; MENUET, A.; MORTAUD, S. In utero and lactational exposure to low-doses of the pyrethroid insecticide cypermethrin leads to neurodevelopmental defects in male mice—An ethological and transcriptomic study. **PLoS one**, v. 12, n. 1, p. e0184475, 2017.

LEMONICA, I. P.; OGA, S.; CAMARGO, M. M. A AND BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 3 ed., p. 59-71, 2008.

LO, W. Y.; FRIEDMAN, M. Teratogenicity of recently induced medication in human pregnancy. **Obstetrics e Gynecology**, v. 100, n. 3, p. 464-473, 2002.

MADU, E. P. Teratogenic and embryotoxic effects of orally administered cypermethrin in pregnant albino rats. **Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences**, v. 7, n. 7, p. 60-67, 2015.

MARINHO, K. S. N.; LAPA NETO, C. J. C.; COELHO, I. D. D.S.; SILVA, M. A. A.; MELO, M. E.G.; SANTOS, K. R. P.; CHAGAS, C. A.; TEIXEIRA, A. A. C.; WANDERLEY TEIXEIRA, V. Genotoxic and mutagenic evaluation of the protective effect of exogenous melatonin in adult rats and their offspring exposed to the insecticides methomyl and cypermethrin during pregnancy. **Mutation Research Genetic Toxicology and Environmental**, 848:503107. doi: 10.1016/j.mrgentox.2019.503107, 2019.

MOKHTAR, H. I.; ABDEL-LATIF, H. A.; ELMAZOUDY, R. H.; ABDELWAHAB, W. M.; SAAD, M. I. Effect of methomyl on fertility, embryotoxicity and physiological parameters in female rats. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 3, n. 12, p. 109-119, 2013.

MOSBAH, R.; MOKRANI, N.; MOSBAHI, I.; ROUABHI, S.; MANTOVANI, A. Effect of methomyl on the biochemical and reproductive parameters in pregnancy rats: the protective role of Pistacia Lentiscus oil. **Endocrine Abstracts**, DOI:10.1530/endoabs, 2016.

MURANLI, F. D. G. Genotoxic and cytotoxic evaluation of pyrethroid insecticides λ -cyhalothrin and α -cypermethrin on human blood lymphocyte culture. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, v. 90, n. 3, p. 357- 363, 2013.

- OBINNA, V. C.; AGU, G. O. Beta cypermethrin exposure and perinatal reproductive development of female f1 generation of albino rats. **The Journal of Basic and Applied Zoology**, v. 80,n. 1, p. 44, 2019.
- POPOVSKA-GOREVSKI, M.; DUBOCOVICH, M. L.; RAJNARAYANAN, R. V. Carbamate Insecticides Target Human Melatonin Receptors. **Chemical research in toxicology**, v. 30, n. 2, p. 574, 2017.
- RACHID, M.; MOKHTAR, I. Y. Vitamin E protects against methomyl-induced reproductive toxicity in pregnant female rats. **Endocrine**, DOI:10.1530/endoabs, v. 32, p. 501, 2013.
- REITER, R. J; MAYO, J. C; BRONZEADO, D. X; SAINZ, R. M; ALATORRE-JIMENEZ, M; QIN, L. Melatonin as an antioxidant: under promises but over delivers. **Journal of pineal research**, v. 61, n. 3, p. 253-278, 2016.
- SAKR, S.;HASSANIEN, H.; BESTER, M. J.; ARBI, S.; SOBHY, A.; EL NEGRIS, H.; STEENKAMP, V. Beneficial effects of folic acid on the kidneys and testes of adult albino rats after exposure to methomyl. **Toxicology Research**, v. 7, n. 3, p. 480-491, 2018.
- SARABIA, L.; ESPINOZA-NAVARRO, O.; MAURER, I.; PONCE, C.; BUSTOS-OBREGÓN, E. Protective effect of melatonin on damage in the sperm parameters of mice exposed to diazinon. **International Journal of Morphology**, v. 29, n. 4, p. 1241-1247, 2011.
- SHANTHALATHA, A.; MADHURANATH, B. N.; YAJURVEDI, H. N. Effect of methomyl formulation, a carbamate pesticide on ovarian follicular development and fertility in albino mice. **Journal of Environmental Biology**, v. 33, n. 1, p. 33, 2012.
- SCHULER-FACCINI, L.; SCHULER-FACCINI, L.; LEITE, J. C. L.; SANSENERINO, M. T. V.; PERES, R. M. Avaliação de teratógenos na população brasileira. **Ciências Saúde Coletiva**, v. 7, n. 1, p. 65-71, 2002.
- SINGH, A.; MUDAWAL, A.; SHUKLA, R. K.; YADAV, S.; KHANNA, V. K.; SETHUMADHAVAN, R.; PARMAR, D. Effect of gestational exposure of cypermethrin on postnatal development of brain cytochrome P450 2D1 and 3A1 and neurotransmitter receptors. **Molecular neurobiology**, v. 52, n. 1, p. 741-756, 2015.
- TOLEDO, J. M.; et al. Estrous Cycle and Early Pregnancy of White Mice Exposed to Methomyl. **Pollution**, v. 5, n. 2, p. 279-286, 2019.
- WANG, H.; WANG, Q.; ZHAO, X. F.; LIU, P.; MENG, X. H.; YU, T.; XU, D. X. Cypermethrin exposure during puberty disrupts testosterone synthesis via downregulating StAR in mouse testes. **Archives of toxicology**, v. 84, n. 1, p. 53-61, 2010.
- WARDANI, N. E. K.; et al. Cypermethrin triggers apoptosis, depletes granulosa cells, and induces endometrium thinning in female rats. **Asian Pacific Journal of Reproduction**, v. 8, n. 4, p. 14, 2019.
- WEBSTER, W. S.; FREEMAN, J. A. Is this drug safe in pregnancy? **Reproductive toxicology**, v.15, n. 6, p. 619-629, 2001.
- ZHOU, Y. J.; WANG, X. D.; XIAO, S.; YU, D. E.; WANG, L. Q.; WANG, J. H.; ZHU, H. Q. Exposure to beta-cypermethrin impairs the reproductive function of female mice. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 95, p. 385-394, 2018.

APLICAÇÃO DA MADEIRA DE CULTURAS FLORESTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Fernando Nunes Cavalheiro

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
- Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais
Toledo - PR
<http://lattes.cnpq.br/4377061135646010>

Giovani Richard Pitilin

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócios
Toledo - PR
<http://lattes.cnpq.br/9767912560248444>

Lara Victoria Meotti de Souza

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Graduação em Engenharia Civil
Toledo - PR
<http://lattes.cnpq.br/1087919276818515>

Gustavo Savaris

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil
Curitiba - PR
<http://lattes.cnpq.br/8016883581345169>

Reinaldo Aparecido Bariccatti

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais
Toledo - PR
<http://lattes.cnpq.br/8065417966435303>

RESUMO: No Brasil, cerca de 92% de toda a madeira utilizada na indústria do país é proveniente de reflorestamento ocupando apenas 0,9% do território nacional. O plantio de árvores não produz somente matéria-prima de baixo impacto, a utilização de madeiras de reflorestamento está intrinsecamente ligada a contribuição favorável de serviços ambientais e o setor madeireiro é o que mais contribuí positivamente para uma economia verde. O referido trabalho trata-se de uma pesquisa documental com o objetivo de reunir as informações acerca da utilização de usos alternativos da madeira e seus resíduos através da utilização da madeira de culturas florestais. A metodologia que envolve a pesquisa trata-se de pesquisas documentais, por meio de técnicas de documentação indireta, utilizou-se das bases de pesquisa do Scielo e Sciencedirect, empregando palavras-chaves, as informações obtidas nessas fontes foram sintetizadas e analisadas dentro do escopo do assunto. Notou-se que a intensificação dos processos industriais, houve a necessidade do cultivo de madeiras. Os gêneros de madeira que possuem cultivo destacado no Brasil, são o Eucalyptus e Pinus, Eucalyptus plantado basicamente todas as regiões do Brasil, seguida pelo Pinus. Observa-se que a utilização da madeira, principalmente, as provenientes de áreas plantadas como as dos gêneros Eucalyptus e Pinus, tem crescido no mercado nacional devido a utilização de inovações tecnológicas que permitem uma maior diversificação de seus usos como por exemplo os compensados, painéis reconstituídos de madeira, sarrafeados, MLC.

PALAVRAS-CHAVE: Floresta plantada; Construção Civil; Madeira.

APPLICATION OF WOOD FROM FOREST CROPS IN CIVIL CONSTRUCTION

ABSTRACT: In Brazil, around 92% of all the wood used in the country's industry comes from reforestation, occupying only 0.9% of the national territory. The planting of trees not only produces low impact raw material, the use of reforestation wood is intrinsically linked to the favorable contribution of environmental services and the timber sector is what most positively contributes to a green economy. This work is a documental research with the objective of collecting information about the use of alternative uses of wood and its residues through the use of wood from forest crops. The methodology that involves the research is documentary research, by means of indirect documentation techniques, using the research bases of Scielo and Scencedirect, using keywords, the information obtained from these sources was synthesized and analyzed within the scope of the subject. It was noted that the intensification of industrial processes, there was a need for wood cultivation. The genera of woods that have outstanding cultivation in Brazil are the Eucalyptus and Pinus, Eucalyptus planted basically in all regions of Brazil, followed by Pinus. It can be observed that the use of wood, specially those coming from planted areas such as Eucalyptus and Pinus, has grown in the domestic market due to the use of technological innovations that allow a greater diversification of its uses such as plywood, reconstituted wood panels, sawn timber, MLC.

KEYWORDS: Planted Forest; Civil Construction; Wood.

1 | INTRODUÇÃO

Desde os tempos antigos, a madeira é utilizada de diversas formas, seja como matéria-prima na fabricação de utensílios, seja na construção civil. No Brasil, cerca de 92% de toda a madeira utilizada na indústria do país é proveniente de reflorestamento ocupando apenas 0,9% do território nacional. O restante dessa porcentagem é obtido com o manuseio legal de florestas nativas (BACHA, 2017).

No Brasil, há no mínimo a promoção de dez vezes a produtividade de florestas plantadas em relação a países com clima temperado (Valverde et al. 2005). O plantio de árvores não produz somente matéria-prima de baixo impacto, mas também se trata de um material renovável, em que sua regeneração procede de forma contínua, em certos espaços de tempo e sem risco de se findar, possuindo forma correta ambientalmente (Bissoli-Dalvi, 2017).

A utilização de madeiras de reflorestamento está intrinsecamente ligada a contribuição favorável de serviços ambientais, tais como: assegurar a biodiversidade da fauna e flora brasileira evitando, assim, os desmatamentos de florestas nativas; recuperação de áreas degradadas; armazenamento natural de estoques de carbono, bem como fonte de energia renovável. Dessa forma, o setor madeireiro é o que mais contribuí positivamente para uma economia verde, uma vez que as empresas que estão ligadas a prática da floresta plantada estão engajadas a utilizar técnicas socioambientais (IBÁ, 2015).

Portanto, o referido trabalho trata-se de uma pesquisa documental com o objetivo de reunir as informações acerca da utilização de usos alternativos da madeira e seus resíduos através da utilização da madeira de floresta plantada.

2 | MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA DA PESQUISA

Como metodologia básica adotou-se uma revisão de literatura, cuja análise dentro do escopo do artigo possibilitou com que fossem escolhidos os tópicos que o compõem os assuntos a serem discutidos. A metodologia que envolve a pesquisa trata-se de pesquisas documentais, por meio de técnicas de documentação indireta (fez-se levantamento de diferentes artigos, legislações e documentos oficiais publicados na internet sobre o tema em questão e os assuntos levados em consideração dentro dele).

Para a realização das pesquisas utilizou-se das bases de pesquisa do Scielo e Scienedirect, empregando as palavras-chaves em ambos os idiomas, inglês e português: forest wood, eucalipitus, civil construction, glued laminated timber e, posteriormente, realizou-se a triagem dos conteúdos relativos a cerca deste trabalho. Por fim, as informações obtidas nessas fontes foram sintetizadas e analisadas dentro do escopo do assunto e dos tópicos propostos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido a intensificação dos processos industriais, houve a necessidade do cultivo de madeiras de baixa durabilidade, forçando que estas recebessem tratamento para maior preservação da mesma, desta forma, os gêneros de madeira que possuem cultivo destacado no Brasil, são o *Eucalyptus* e *Pinus* (VIDAL et al., 2015).

Esses gêneros possuem inúmeras espécies e conseguem se adaptar facilmente em diversas condições climáticas, sendo o *Eucalyptus* plantado basicamente todas as regiões do Brasil, principalmente na região Sul, conseqüentemente, trata-se da árvore de maior preferência em reflorestamentos no país, seguida pelo *pinus*. (TEREZO, 2001).

O reflorestamento de eucalipto no Brasil, primordialmente, não foi introduzido com propósito na fabricação de madeira serrada, e sim, com enfoque energético. Entretanto, as torras fornecidas para a geração de produtos sólidos eram de qualidade inferior, criando-se um mito de que a madeira de eucalipto não poderia ser utilizada em mobiliários ou, até mesmo, em construções (BACHA; BARROS, 2004). Porém, os problemas naturais que a madeira de eucalipto apresenta quando utilizada para estes fins pode ser minimizado com a utilização de práticas corretas de desdobro e secagem.

A madeira acabou se tornando, com o passar dos anos, um material de escasso acesso em maiores dimensões em sua forma maciça, justamente pela dificuldade, por meios legais, do desmatamento de áreas nativas. Assim sendo, os setores que a utilizam necessitaram encontrar alternativas racionais para proceder com seu uso, como por

exemplo os compensados, painéis reconstituídos de madeira, sarrafeados, MLC (Madeira Laminada Colada), entre tantos outros.

Os derivados de madeira, neste caso, os painéis produzidos a partir das espécies obtidas por meio de florestas plantadas, dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, possuem rápido crescimento, e em comparação as espécies nativas do Brasil demonstraram potencial para ser matéria-prima com características positivas. A espécie que mais obteve destaque, apresentando potencial para os mais diversos usos e conseqüentemente características mecânicas e físicas excelentes, são as do gênero *Eucalyptus*, destacando-se o *Eucalyptus cloeziana* F. Muell (IWAKIRI et al., 1999).

Atrelado aos usos alternativos como a MLC, a utilização dos resíduos madeireiros na fabricação de derivados vem ganhando destaque, MDF (painéis de fibras de média densidade), HDF (painéis de fibras de alta densidade), EGP (painéis de sarrafos colados lateralmente), OSB (painéis de lascas orientadas), MDP (painéis de partículas de média densidade), MLC (madeira laminada colada) e CLT (madeira laminada contra-colada), são resultado desta tecnologia sendo direcionados a aplicação na construção civil (SEGUNDINHO et al., 2017). Inúmeras parcerias também estão sendo efetuadas para que a técnica de construção em wood frame seja difundida no Brasil, através de pesquisas e estudos para que essa tecnologia seja desenvolvida com novos materiais e derivados de madeira (ARAUJO et al., 2017).

Segundo Vidal et al. (2015), o Brasil possui potencialidade para alcançar novos setores de produção, inovando a partir de produtos de madeira tratada e ampliando, assim, também a venda internacional utilizando as madeiras do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*. Na construção civil, a produção de componentes construtivos estruturais, não estruturais e temporários, são alternativas de uso. Por conseguinte, os derivados de madeira também podem participar dessa potencialidade, sendo empregados em pontes, silos, galpões, pavilhões, edifícios, entre outros. (ARAUJO et al., 2017)

A demanda de madeira tratada também foi aumentada a partir da expansão de atividades rurais, e paralelamente, nos setores da construção civil e elétrico, conforme afirma Vidal et al. (2015), com a utilização em componentes de ferrovias, postes, e também em cruzetas de eucalipto tratado. Borges (2008), avaliou o potencial de uso das cruzetas tratadas de *Eucalyptus*, obtendo resultados positivos com as madeiras das espécies *Corymba citriodora* e *Corymba Coleziona*, tornando, assim, o custo de produção inferior ao da roseta de aço ou concreto armado.

O aumento da madeira continua sendo evidenciado em diversos meios, como em projetos, a exemplo a proposta “Habitação Popular em Madeira”, em que acaba difundindo-se a produção dessas casas pelas áreas rurais do país, atreladas juntamente a programas nacionais de habitação. (ARAUJO et al., 2017).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que a utilização da madeira, principalmente, as provenientes de áreas plantadas como as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, tem crescido no mercado nacional. Isso tem ocorrido pela utilização de inovações tecnológicas que permitem uma maior diversificação de seus usos.

As construções estruturadas em madeira vêm ocupando um espaço cada vez maior na indústria da construção civil brasileira, impulsionados principalmente por suas características de sustentabilidade, como: material natural e renovável, baixo consumo energético, baixa emissão de carbono no seu processo de produção, nenhum impacto em seu manejo florestal, sequestra gases poluentes – carbono – e troca por oxigênio durante a fotossíntese e a geração de muitos empregos ao longo de sua cadeia de produção. Consequentemente ao emprego da madeira, o uso do MLC e dos outros resíduos aqui apresentados também ocupará um espaço cada vez maior na construção civil.

Não resta dúvida de que o Brasil tem plenas condições de se tornar um grande produtor de peças industrializadas de madeira, especialmente a madeira laminada colada.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, V. A. et al. **Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados**. In: Pesquisa Florestal Brasileira, doi: 10.4336/2017.pfb.37.90.824. São Carlos. São Paulo, 2017.

BACHA C. J. C; **Os Mercados de Produtos Florestais no Brasil em 2017 e 2018**. 2017. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/os-mercados-de-produtos-florestais-no-brasil-em-2017-e-2018.aspx>> Acesso em: 08 set. 2019

BACHA C. J. C; BARROS ALM. **Reflorestamento no Brasil: evolução recente e perspectivas para o futuro**. Scientia Forestalis 2004; (66): 191-203.

BORGES, C. C. **Potencialidade do uso de cruzetas de madeira tratada**. 2008. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Paraná, Curitiba, 2008

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório Ibá 2015** [online]. Brasília: IBÁ; 2015. 80 p. [citado em 4 de setembro de 2019]. Disponível em: http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf

IWAKIRI, S., NIELSEN, I. R., ALBERTI, R. A. R., et al., “**Avaliação da influência de diferentes composições de lâminas em compensados estruturais de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus saligna***”, *Cerne*, v. 6, n. 2, pp. 19-24, Jul. 1999.

SEGUNDINHO, P. G. A. et al. **Eficiência da colagem de madeira tratada de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell para produção de madeira laminada colada (MLC)**. In: Revista Matéria, V.22, N. 02, artigo e11808. Jerônimo Monteiro. Espírito Santos, 2017.

TEREZO EFM. **Reflorestamentos em regiões tropicais**. In: Anais do V Congresso Internacional de Compensado e Madeira Tropical [CD-ROM]; 2001; Belém. Belém: ABIMCI/AIMEX/FIEPA; 2001.

VALVERDE, S. R., SOARES, S. N., SILVA, M. L., JACOVINE, A. G., NEIVA, S.A. **Mercado da madeira de reflorestamento**. Revista da Madeira, n. 87, p. 60-66, 2005.

VIDAL, J. M. et al. **Preservação de madeiras no brasil: histórico, cenário atual e tendências**. In: Ciência Florestal, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015. Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2015.

PLANTAS MEDICINAIS DO SEMIÁRIDO SERGIPANO: USOS E INDICAÇÕES

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

Departamento de Engenharia de Produção da
FANESE
Aracaju/SE, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-2850-1961>

Douglas Vieira Gois

Colegiado de Geografia, Centro Universitário
AGES (UniAGES)
Paripiranga/BA, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0861-400X>

Wandison Silva Araújo

Departamento de Eng. Agrônômica,
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão/SE, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-3662-0688>

RESUMO: O Nordeste brasileiro possui uma vasta biodiversidade, com destaque para seu potencial fitogeográfico. Nessa região, dentre as várias espécies vegetais destacam-se as plantas medicinais, pois constituem recurso natural de fácil acesso, seja para a utilização pessoal ou para garantia da sustentabilidade econômica, com o processo de comercialização. Ambos os usos possuem pressuposto no conhecimento popular. Os saberes tradicionais alinham-se a cultura, nos quais são compartilhadas e padronizadas, pois consiste em uma criação humana, partilhada por grupos sociais específicos. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo verificar

quais são as plantas medicinais utilizadas no semiárido sergipano, bem como suas indicações, parte utilizadas e formas de uso. Foram realizadas entrevistas e aplicação de questionários com moradores-chaves, bem como criação de um grupo focal, além da realização de oficinas de educação ambiental sobre plantas medicinais da caatinga em comunidades do semiárido sergipano. Mediante as oficinas, verificou-se a existência de 16 espécies vegetais do semiárido sergipano com potenciais fitoterápicos, bem como a utilização dos mesmos pelos sertanejos (as), a forma de uso, a parte utilizada da planta e suas indicações, fortalecendo assim os saberes tradicionais na região.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas Medicinais; Semiárido; saberes tradicionais.

MEDICINAL PLANTS OF THE SEMI-ARID SERGIPANO: USES AND INDICATIONS

ABSTRACT: The Brazilian Northeast has a vast biodiversity, highlighting its phylogeographic potential. In this region, among the various plant species, medicinal plants stand out, as they are an easily accessible natural resource, whether for personal use or to guarantee economic sustainability, with the commercialization process. Both uses are based on popular knowledge. Traditional knowledge is in line with culture, in which they are shared and standardized, as it consists of a human creation, shared by specific social groups. Given the above, the present study aims to verify which are the medicinal plants used in the Sergipe's semi-arid region, as well as their indications, part used and forms of use.

Interviews and questionnaires were conducted with key residents, as well as the creation of a focus group, in addition to environmental education workshops on medicinal plants from the caatinga in communities in the semiarid region of Sergipe. Through the workshops, the existence of 16 plant species from the Sergipe semiarid region with potential phytotherapeutics was verified, as well as the use of these by the sertanejos (as), the form of use, the used part of the plant and its indications, thus strengthening the knowledge traditional in the region.

KEYWORDS: Medicinal Plants; Semiarid; traditional knowledge.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com Mendes (2013), a caatinga guarda um grande número de plantas e animais que vêm sendo utilizados pelo homem desde antes da colonização. A população do semiárido utiliza muitas plantas nativas produtoras de óleo, cera, borracha, resina, forragem, madeira, tanino, fármacos, cosméticos, perfumes, fibras e frutos. Para esse autor, destacam-se a cera e o chapéu de palha da carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore), o óleo de oiticica (*Licania rigida* Benth), a borracha de maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.), a fibra de algodão mocó (*Gossypium hirsutum* L.), a fibra caroá (*Neoglaziovia variegata* Mez.), a castanha de caju (*Anacardium occidentale* L) e o fruto do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) que recebeu o codinome de “árvore sagrada do sertão” por Euclides da Cunha.

A história do uso de plantas medicinais tem mostrado que elas fazem parte da evolução humana e foram os primeiros recursos terapêuticos utilizados pelo povo. No campo das ciências interdisciplinares, a antropologia, entendida por Geertz (1989), como uma ciência interpretativa em busca dos significados socialmente construídos, alia-se às diversas áreas de estudo originando as etnociências, dentre elas a etnobiologia. Aqui, destaca-se a etnobotânica, definida por Amorozo (2006), como sendo o estudo do conhecimento e das conceituações desenvolvidas por qualquer sociedade a respeito do mundo vegetal, englobando tanto a maneira como o grupo social classifica as plantas, como os usos que dá a elas.

Os saberes tradicionais consistem num conjunto de conhecimentos padronizados e compartilhados por grupos sociais específicos. As formas materiais, os conteúdos e atribuições simbólicas a ela atreladas são padronizados a partir das interações sociais concretas dos indivíduos, assim como resultantes de sua experiência em determinados contextos e espaços específicos, os quais podem ser transformados, permeados e compartilhados por diferentes segmentos sociais.

No Nordeste brasileiro as plantas medicinais constituem recurso natural de fácil acesso, de baixo custo e podem ser cultivadas em espaços domésticos ou comunitários em curto tempo.

Segundo França et al. (2010), a figura histórica do curandeiro, conhecido popularmente nas feiras livres por herbolário, herbário ou raizeiro, tem resistido ao tempo

e às inovações da medicina científica, perdurando até os dias atuais e sendo muito procurados pela população para a aquisição de ervas medicinais, partes destas ou produtos já confeccionados e direcionados ao tratamento de problemas de saúde.

Portanto, tendo em vista a importância de tais saberes tradicionais acerca da fitoterapia e seus modos de compartilhamento, o presente trabalho visa analisar as plantas medicinais da caatinga sergipana e suas indicações, através dos raizeiros (detentores de saberes populares) do Alto Sertão Sergipano, mediante oficinas de educação ambiental e reuniões com grupo focal, a fim de contribuir para que tais práticas culturais sejam mantidas, auxiliando na prevenção e no tratamento de doenças.

2 | METODOLOGIA

2.1 Localização da área de estudo

A pesquisa foi realizada em oito municípios do Semiárido Sergipano: Canindé do São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, Gararu, Itabi e São Miguel do Aleixo (Figura 01).

Vale destacar que, a pesquisa iniciou-se em comunidades rurais do entorno de duas Unidades de Conservação de Proteção Integral no Alto Sertão Sergipano: Unidade de Conservação Monumento Natural Grota do Angico, localizada nos municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo, e a Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Lagoa do Frio, localizada no município de Canindé do São Francisco, porém, estendeu-se para demais comunidades (agricultores familiares de assentamentos de reforma agrária) no semiárido sergipano descritos no item a seguir.

no projeto onde se faz intercâmbio, socialização das experiências e conhecimentos teóricos e metodológicos da pesquisa.

Nesse sentido, a pesquisa constitui-se em uma forma de democratização do saber, produzida pela transferência e partilha de conhecimentos e de tecnologias sociais, criando o “poder popular”, visto que os setores populares vão adquirindo domínio e compreensão dos processos e fenômenos sociais nos quais estão inseridos, e da significação dos problemas que enfrentam.

No que diz respeito a abordagem, a referente pesquisa possui caráter qualitativo, já que os estudos etnobotânicos assumem papel fundamental no processo de resgate e valorização do conhecimento tradicional, funcionando como vetores de constantes debates para a formulação de estratégias de manejo a partir das percepções das populações locais, facilitando o entendimento sobre o ambiente natural.

A etnobotânica visa às questões relativas ao uso e manejo dos recursos vegetais quanto à sua percepção e classificação pelas populações locais, portanto é a ciência que analisa, estuda e interpreta a história e a relação das plantas nas sociedades antigas e atuais. Aborda a forma como diferentes grupos humanos interagem com a vegetação e preservam sua cultura e o conhecimento tradicional, tendo uma importância crítica para as populações regionais, no que toca à exploração e manejo de recursos para a obtenção de remédios, alimentos e matérias primas para sua sobrevivência (POLES et al., 2010).

Foram realizados levantamentos bibliográficos em livros, periódicos científicos e anais de eventos sobre temas como: plantas medicinais, fitoterápicos, convivência com o semiárido, etnobotânica, dentre outros.

Assim foram adotados instrumentos de coleta, como a observação participante e entrevistas semiestruturadas com moradores-chaves no entorno de áreas protegidas no Semiárido sergipano, que são a Unidade de Conservação de Proteção Integral Monumento Natural Grota do Angico e a Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Natural Municipal Lagoa do Frio.

Os entrevistados (moradores) foram escolhidos mediante prévia consulta nas comunidades do entorno das Unidades de Conservação e foram identificados como “moradores-chave” por ter uma identificação com o uso de plantas medicinais, fossem eles curandeiros, rezadeiras, ou simplesmente possuíssem um vasto conhecimento sobre a vegetação da Caatinga e acerca das suas potencialidades para uso medicinal, de acordo com a sua vivência local e resgate de saberes pelos seus antepassados.

Com isso, no mês de junho de 2015 foram entrevistados nove moradores-chave das comunidades pesquisadas, sendo dois da UC Lagoa do Frio e sete da UC Grota do Angico, formando assim um grupo focal que responderam às seguintes questões: 1) Espécie Vegetal da Caatinga (Planta); 2) Para que serve; 3) Parte utilizada; 4) Forma de preparo; 5) Forma de Uso.

Houve também uma reunião com todos os moradores-chave, na qual fora constituído

o Grupo Focal (GF), onde foram socializadas as respostas dos questionários antes aplicados, havendo neste momento uma verdadeira troca de saberes sobre as plantas da caatinga com potencialidade medicinal, criando assim um quadro único das plantas medicinais da Caatinga.

A metodologia do grupo focal foi escolhida pelo fato de que, o GF é um grupo de discussão informal e de tamanho reduzido, com o propósito de obter informações de caráter qualitativo em profundidade, que consiste em uma técnica rápida e de baixo custo para avaliação e obtenção de dados e informações qualitativas, fornecendo aos pesquisadores uma grande riqueza de informações qualitativas sobre o desempenho de atividades desenvolvidas.

Segundo Gomes (2009), o objetivo principal de um grupo focal é revelar as percepções dos participantes sobre os tópicos em discussão. O grupo deve ser composto de sete a doze pessoas. As pessoas são convidadas para participar da discussão sobre determinado assunto. Normalmente os participantes possuem alguma característica em comum. Por exemplo: compartilham das mesmas características demográficas tais como nível de escolaridade, condição social, ou são todos funcionários do mesmo setor do serviço público.

Para Kitzinger (2000), o grupo focal é uma forma de entrevistas com grupos, baseada na comunicação e na interação. Seu principal objetivo é reunir informações detalhadas sobre um tópico específico (sugerido por um pesquisador, coordenador ou moderador do grupo) a partir de um grupo de participantes selecionados. Ele busca colher informações que possam proporcionar a compreensão de percepções, crenças, atitudes sobre um tema, produto ou serviços.

Assim, a metodologia do grupo focal auxiliou no entendimento da utilização do potencial fitoterápico da vegetação da caatinga pelas comunidades do entorno das UC's estudadas, possibilitando a difusão dos conhecimentos tradicionais como fonte de renda e conservação dos recursos florestais.

Após a reunião com o grupo focal, nos quais houve a partilha da cartilha piloto levada pelos pesquisadores para fins de complementar as informações adquiridas individualmente e com isso criar a cartilha oficial com as contribuições de todos, marcou-se então uma oficina de devolução do material (cartilha oficial) ao grupo focal e solicitado ao grupo para no dia da oficina (Agosto de 2015) convidassem também suas famílias e todos das suas respectivas comunidades que tivessem interesse, a fim de promover um curso sobre plantas medicinais da Caatinga a demais famílias integrantes das comunidades e interessados na temática para divulgação dos dados obtidos e fortalecimento da cultura local sobre fitoterápicos e plantas medicinais.

Sendo assim, na oficina de socialização foram utilizados o datashow para ministrar o curso teórico sobre a temática e entrega da cartilha a cada participante. Também houve a promoção de uma amostra das plantas medicinais da Caatinga através da farmácia

de plantas medicinais do Bioma citado pertencentes à pesquisadora que aqui vos escreve, a fim de contribuir de forma didática com a apresentação em espécie aos 19 participantes da oficina.

Foram ministrados mais vinte e duas (22) oficinas de educação ambiental sobre plantas medicinais da Caatinga em mais seis (06) municípios do sertão sergipano (Quadro 1), ampliando assim além das áreas de estudo (Canindé do São Francisco e Poço Redondo) a divulgação de parte da pesquisa e trocando conhecimentos sobre plantas medicinais do Bioma Caatinga, auxiliando no resgate e fortalecimento dos saberes tradicionais (cultura local) que é o uso de chás e banhos através de plantas típicas do semiárido sergipano para fins de poder medicinal.

Após a etapa de coleta de dados e aplicação de entrevistas, oficinas e formulários, houve o processo de transcrição das gravações e tabulação dos formulários e a elaboração de quadros a partir do uso de software de dados no Excel. Tais instrumentos subsidiaram a posterior discussão dos dados e delineamento dos resultados alcançados.

MUNICÍPIO	ASSENTAMENTO	NÚMERO DE FAMÍLIAS
Nossa Senhora da Glória	1) José Ribamar	32
	2) Luiz Beltramo	20
	3) Nossa Senhora da Glória	28
	4) Nossa Senhora da Boa Hora	25
	5) Fortaleza	46
	6) João do Vale	19
	7) Nova Alegria	23
	TOTAL = 07	TOTAL = 193
Monte Alegre de Sergipe	1) Josenilton Alves	14
	2) Bom Jardim	28
	3) São Raimundo	9
	4) União dos Conselheiros	25
	5) Raimundo Monteiro	27
	6) Primeiro de Maio	24
	TOTAL = 06	TOTAL = 127
Porto da Folha	1) José Unaldo de Oliveira	15
	2) Paulo Freire	40
	3) Vitória do São Francisco	30
	TOTAL = 03	TOTAL = 85
Gararu	1) Maria Vitória	13
	2) Josenilton Alves II	16
	3) Flor da Índia	11
	4) Cachoeirinha	99

	TOTAL = 04	TOTAL = 139
Itabi	1) Seguidores de Canudos	10
	TOTAL = 01	TOTAL = 10
São Miguel do Aleixo	1) Paraíso de São Pedro	70
	TOTAL = 01	TOTAL = 70
TOTAL = 06 Municípios	TOTAL = 22 Assentamentos	TOTAL = 624 Famílias

Quadro 1: Locais de realização das oficinas ministradas sobre plantas medicinais da Caatinga no semiárido sergipano.

Fonte: INCRA (2014).

Diante do exposto, 624 famílias além dos nove (09) pertencentes do Grupo Focal, receberam uma oficina de educação ambiental sobre a questão da fitoterapia / plantas medicinais.

3 | RESULTADOS

3.1 Espécies vegetais da Caatinga com potencialidades medicinais

A partir das entrevistas com os moradores chave, reunião com o grupo focal construído e observações *in loco*, podem-se verificar as espécies vegetais encontradas na Caatinga, bem como suas indicações, modo de preparo e uso, além de verificar quais as partes das plantas são utilizadas como medicação.

No quadro 2, pode-se constatar uma listagem única e geral das principais espécies nativas da caatinga citadas a partir do Grupo Focal formado pelos próprios “moradores chave” do entorno das UC’s.

Vale resaltar que, dentre as 16 espécies acima citadas, de acordo com o grupo focal, as mais utilizadas entre os moradores do entorno das UC’s são as espécies: Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), Angico (*Parapiptadenia zehntneri* (Harms)), Quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.)), Catingueira (*Poincianella microphylla* (Mart. ex G.Don)) e Juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.).

ESPÉCIE VEGETAL (PLANTA)	PARA QUE SERVE?	PARTE UTILIZADA	FORMA DE PREPARO	FORMA DE USO
Catingueira <i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Problemas no estômago, no fígado, para barriga inchada, desintéria, depressão, ansiedade, reduz a taxa de colesterol ruim, melhora o sistema imunológico	Folha, flor, semente e casca	Chá	Bebida
Imburana de cheiro <i>Amburana cearenses</i>	Serve para a asma, bronquite, febre, hemorragias, cólicas, tosse, gripe, problemas no útero e no pulmão	Casca, flor	Chá	Bebida
Pau Pereiro <i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Diabetes, tônico, febre, tontura, dor de estômago, prisão de ventre	Casca e folha	Chá	Bebida
Angico <i>Anadenanthera colubrina</i>	Infecção pulmonar, bronquite, tosse, laringite, asma, expectorante, diarreia, colesterol e banho	Casca e folha	Chá	Bebida
Mulungu <i>Erythrina velutina</i>	Calmante, ansiedade, insônia, asma, tosse, coqueluche, dores musculares e reumáticas	Folha e semente	Chá e banho	Bebida e banho
Aroeira do sertão <i>Myracrodruon urundeuva</i>	Anti-inflamatório, diarreia, azia, gastrite, reumatismo, gota, febre, dor de cabeça, tosse, bronquite, cicatrizante e língua	Folha	Chá	Bebida
Jurema Branca <i>Mimosa temutiflora</i>	Infecções na boca, afta	Folha	Chá, bocejo	Bebida e banho
Pata de Vaca/ Miroró <i>Bauhinia forficata Linn</i>	Diabetes, colesterol	Folha	Chá	Bebida
Pau Ferro <i>Caesalpinia férreas</i>	Diabetes, ácido úrico, colesterol, anemia	Casca	Chá	Bebida
Quixabeira <i>Bumelia sertorium</i>	Infecção em geral	Casca e flores	Chá e banho	Bebida
Marmeleiro <i>Croton sonderianus</i>	Infecção em geral	Casca	Chá e banho	Bebida
Bom Nome <i>Maytemus rigida</i>	Bronquite, problemas no coração e problemas de pressão	Casca	Chá	Bebida
Jurema Preta <i>Mimosa ophthalmocentra</i>	Inflamação de útero, ovário, hemorroida, próstata, infecção urinária	Casca	Chá	Bebida
Juá/Juazeiro <i>Ziziphus joazeiro</i>	Caspa, seborreia e creme dental	Casca, folhas e flores	Chá	Bebida
Cabeça de Frade <i>Melacactus zehneri</i>	Dores de coluna e articulações em geral, tosse, bronquite e problemas respiratórios (expectorante e revigorante) e problemas nos rins	Flores, polpa do caule	Chá e suco	Bebida

Quebra Pedra <i>Phyllanthus niruri</i>	Ácido úrico, gota, diurético, males do sistema urinário, próstata, cistite, cólica renal, diabetes, hepatite B, pressão alta, feridas em geral	Folha e casca	Chá e banho	Bebida e banho
--	--	---------------	-------------	----------------

Quadro 2 - Listagem das principais plantas medicinais verificadas pelos moradores-chave do entorno das Unidades de Conservação do semiárido sergipano, no Bioma Caatinga, a partir do grupo focal.

Fonte: Trabalho de campo (2013 – 2016).

Devemos destacar que nas realizações das 22 oficinas em seis municípios diferentes nas quais foram ministrados sobre as plantas medicinais da caatinga, os participantes alegaram que as espécies acima citadas de fato são as que os sertanejos têm mais conhecimento e utilizam com mais frequência.

Segundo Felix e Cordeiro (2014), dentre as espécies vegetais da Caatinga mais utilizadas pela população destacam-se: *Myracrodruom urundeuva* Allemão (Aroeira), *Genipa americana* L. (Jenipapo), *Solanum paniculatum* L. (Jurubeba) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. (Angico).

Foi observado ainda que os entrevistados residem em zona rural (nas proximidades das UC's), e declaram usar plantas desde que se entendem como seres humanos, aprenderam a usar com familiares, seguidos de vizinhos e até amigos. Tais pessoas orientam com frequência o uso dos fitoterápicos aos demais membros das comunidades.

Nesse sentido, alguns autores defendem que o uso de plantas medicinais é em geral transmitido de pais para filhos, fazendo parte da cultura popular, e que nas sociedades tradicionais a transmissão oral é o principal modo pelo qual esse conhecimento se perpetua (ROSSATO; CHAVES, 2012).

Após as análises das entrevistas pôde-se constatar também que os raizeiros possuem conhecimentos etnobotânicos e reconhecem seu papel social nas intervenções do processo saúde-doença e na valorização das tradições locais.

Outro resultado deste processo foi a elaboração de uma cartilha educativa sobre as plantas medicinais da Caatinga fruto desta pesquisa (ver quadro 2 das plantas medicinais) que foi distribuído não somente nas comunidades das UC's estudadas, mas em diferentes comunidades rurais do Alto Sertão Sergipano, descritos na metodologia desta pesquisa, a partir das oficinas ecoeducativas ministradas, divulgando amplamente para cerca de 624 famílias sertanejas esta parte da pesquisa que é fruto da tese de doutorado da autora principal deste artigo.

Após as oficinas ministradas, onde foram abordados não apenas sobre as espécies com potencial medicinal, mas também na parte prática de como fazer o manejo sustentável das mesmas para sua utilização inclusive para a comercialização, três assentados encontram-se comercializando plantas medicinais em feiras livres (Feira da Reforma

Agrária), aproveitando que já vendem outros produtos oriundos de seus lotes na feira, ganhando uma renda extra no orçamento da família colocando nas suas bancas plantas medicinais para também serem comercializadas. (Figura 2)

Diante do exposto, comprova-se que há a utilização de plantas medicinais da Caatinga pelos sertanejos do alto sertão sergipano. Tais utilizações vêm por intermédio da cultura e tradição local principalmente dos raizeiros presentes nas comunidades que disseminam e fortalecem a cultura fitoterápica na região através dos saberes tradicionais adquiridos ao longo da história.



Figura 2 - Comercialização de plantas medicinais em Feiras da Reforma Agrária depois das oficinas ministradas fruto da pesquisa

Fonte: Trabalho de Campo (2016).

Durante pesquisa similar realizada no município de Solânea- PB, os pesquisadores Silva, Marini e Melo (2015), destacaram que o cultivo de plantas medicinais valoriza o resgate cultural e promove a saúde da família, pois, já não havia gastos com medicamentos. Destaca-se também, como alternativa de geração de renda, pois as mudas produzidas são comercializadas durante as visitas na propriedade, nas trocas de experiência e na feira livre da cidade.

Portanto, o conhecimento acumulado pelas comunidades (saberes tradicionais) sobre o ambiente em que vivem gera informações fundamentais para a formulação de estratégias de planos de manejo, voltadas para o uso sustentável e conservação do ecossistema, principalmente partindo das percepções das populações.

Ademais, o domínio das informações relacionadas a etnobotânica e florística com

ênfase para espécies medicinais na região semiárida é um instrumento capaz de propor diretrizes para o desenvolvimento sustentável, trazendo benefícios na qualidade de vida da população e gerando emprego e renda para as famílias.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultados das atividades realizadas no grupo focal e nas oficinas de educação ambiental sobre Plantas Medicinais da Caatinga, indicam a existência de espécies vegetais do Semiárido Sergipano com potenciais fitoterápicos, bem como a utilização dos mesmos pelos agricultores familiares sertanejos, a forma de uso, a parte utilizada da planta e suas indicações.

Ademais, o presente trabalho tem contribuído com a melhoria da qualidade de vida das famílias do semiárido sergipano, através do incentivo para a comercialização plantas medicinais, e no multiplicar dos saberes populares, resgatando a cultura local com uso de fitoterápicos através de espécies nativas da região (caatinga) onde nos seus próprios quintais há a existência de tais espécies vegetais, e que através das oficinas ministradas às famílias assentadas estão voltando e/ou potencializando o uso de plantas em forma de chá ou de banho nos seus cotidianos. Além de valorizar a tradição dos antepassados e verificar que se é possível utilizar um recurso sem comprometer as futuras gerações através do uso/manejo sustentável das espécies vegetais.

REFERÊNCIAS

AMOROZO, M. C. M. **A abordagem etnobotânica na Pesquisa de Plantas Medicinais**. In: DI STASI, L. C. (Org.). *Plantas medicinais: Arte e Ciência, Um guia de estudo interdisciplinar*. São Paulo: EDUSP, 2006. p. 47-68.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **A fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisa de Plantas Medicinais da Central de Medicamentos / Ministério da Saúde**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

CORDEIRO, J.M.P.; FÉLIX, L.P. Conhecimento botânico medicinal sobre espécies vegetais nativas da caatinga e plantas espontâneas no agreste da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais (Impresso)** v. 16, p. 685-692, 2014.

FRANÇA, I. S. X. et al. **Medicina popular: benefícios e malefícios das plantas medicinais**. Publicado na Revista Brasileira de Enfermagem, v.61, n.2, Brasília, Março/Abril de 2010.

GEERTZ, C. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro (RJ): Livros Técnicos e Científicos, 1989.

GOMES, M, E.S. **A Técnica de Grupos Focais para obtenção de dados qualitativos**. Instituto de Pesquisas e Inovações Educacionais. 2009.

KITZINGER, J. **Focus groups with users and providers of health care**. In: POPE, C.: MAYS, N. (Org.). *Qualitative research in health care*. 2. ed. London: BMJ Books, 2000.

LOPES, G. A. D. et al. Plantas medicinais: indicação popular de uso no tratamento de hipertensão arterial sistêmica (HAS). **Rev. Ciênc. Ext.** v.6, n.2, p.143, 2010.

MENDES, M. R. A. **Florística e Fitossociologia de um Fragmento de Caatinga Arbórea, São José Do Piauí, Piauí**. 2013. 111f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2013.

MOLINA R. **A pesquisa-ação/investigação-ação no Brasil: mapeamento da produção (1966-2002) e os indicadores internos da pesquisa-ação colaborativa**. 2007. 177f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2007.

PEREIRA, I. M. et al. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no Agreste Paraibano. **Acta Botânica Brasileira**. V.16, n.3. 2012. p.357-369.

ROSSATO, A. E.; CHAVES, T. R. C. Fitoterapia Racional: Aspectos taxonômicos, agroecológicos, etnobotânicos e terapêuticos, dinâmica utilizada no levantamento das informações que constam neste livro. In: ROSSATO et al. (Orgs). **Fitoterapia racional: aspectos taxonômicos, agroecológicos, etnobotânicos e terapêuticos**.v. 1 – Florianópolis: DIOESC, 2012., p. 32-45.

SANTOS, F. F.; SANTOS, J. L. O MST e a luta pela terra no campo brasileiro. In: XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária. Uberlândia-MG. **Anais...** 15 a 19 de Outubro de 2012.

TOLEDO, R. F.; GIATTI, L. L.; JACOBI, P. R. A pesquisa-ação em estudos interdisciplinares: análise de critérios que só a prática pode revelar. **Interface (Botucatu. Online)**, v. 1, p. 633-646, 2014.

SILVA, M. D. P.; MARINI, F. S.; MELO, R. S. Levantamento de plantas medicinais cultivadas no município de Solânea, agreste paraibano: reconhecimento e valorização do saber tradicional. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 17, n. 4, p. 881-890, 2015.

CAPÍTULO 14

SEMENTES DA AGROBIODIVERSIDADE: REGISTRO DAS VARIEDADES LOCAIS CULTIVADAS PELOS AGRICULTORES FAMILIARES DA COSTA DO PESQUEIRO, MANACAPURU/AM

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/02/2021

Suzy Cristina Pedroza da Silva

Tribunal de Contas do Estado do Amazonas
Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/7031927625197306>

Cloves Farias Pereira

Universidade Federal do Amazonas
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/2044866546851722>

Jozane Lima Santiago

Universidade Federal do Amazonas
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/2247173263656567>

Henrique dos Santos Pereira

Universidade Federal do Amazonas
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/1352117560279931>

Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

Universidade Federal do Amazonas
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/1464615574272190>

Ademar Roberto Martins de Vasconcelos

Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/7649151117949408>

Selton Machado Silva

Instituto Acariquara
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/2629301261071949>

Márcia Cristina Rodrigues Silva

Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/2960056050441710>

Gislany Mendonça de Sena

Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/8350493705441014>

Ane Karoline Rosas Brito

Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/7962334218501869>

Nayara Mariana da Silva Machado

Instituto Acariquara
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/8617443870218296>

Janderlin Patrick Rodrigues Carneiro

Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/3002632876899793>

RESUMO: As espécies e variedades de plantas locais mantidas pelos agricultores familiares são recursos genéticos de elevado valor para a soberania e segurança alimentar e nutricional das comunidades locais. Porém, correm o

risco de serem extintas principalmente pela substituição por cultivares modernas. Essas variedades quando cultivadas em poucas localidades, em pequenas áreas e por poucos agricultores, correm maior risco de serem perdidas. A Amazônia é um dos maiores centros de domesticação de plantas do mundo e assim como suas populações originais no passado, atualmente, os agricultores familiares nas áreas de estudo seguem cultivando e, portanto, mantendo uma parte dessa agrobiodiversidade.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo de Sementes, Agricultura familiar e Variedades locais.

SEEDS OF AGROBIODIVERSITY: REGISTRATION OF LOCAL VARIETIES CULTIVATED BY FAMILY FARMERS IN COSTA DO PESQUEIRO, MANACAPURU/AM

ABSTRACT: Local plant species and varieties maintained by family farmers are genetic resources of high value for the sovereignty and food and nutritional security of local communities. However, they run the risk of being extinguished mainly by substitution by modern cultivars. These varieties when grown in a few localities, in small areas and by few farmers, are at greater risk of being lost. The Amazon is one of the largest centers of domestication of plants in the world and, like its original populations in the past, currently, family farmers in the study areas continue to cultivate and, therefore, maintaining a part of this agrobiodiversity.

KEYWORDS: Seed Management, Family Farming and Local Varieties.

1 | INTRODUÇÃO

Diversas comunidades tradicionais agrícolas plantam e trocam material vegetal propagativo (sementes, tubérculos e outros) como forma de prover uma alimentação diversificada e nutritiva para manutenção das suas famílias. A Amazônia é um dos maiores centros de domesticação de plantas do mundo (CLEMENT et al., 2015). Os agricultores indígenas e não indígenas mantem uma rica agrobiodiversidade nativa que ainda não foi perdida, seja pela perda dos conhecimentos associados, pelo próprio abandono dos cultivos das espécies ou seja mais recentemente pela substituição por cultivares modernas.

Nesse contexto, a legislação brasileira reconhece uma cultivar local, tradicional ou crioula como sendo aquela “variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares [...] com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades” (Lei Federal nº. 10.711/2003). Esses recursos genéticos são de elevado valor para a soberania e segurança alimentar e nutricional das comunidades locais pois são manejados e controlados pelos próprios agricultores familiares, responsáveis pela produção, multiplicação, distribuição, intercâmbio, melhoramento e conservação das sementes dessas cultivares. Porém, a erosão genética de plantas é sabidamente uma realidade em nível global e oferece riscos de extinção principalmente das variedades tradicionais, cuja conservação *ex-situ* (i.e., em bancos de germoplasma) não é capaz de abranger a ampla gama de variedades de espécies existentes.

A manutenção dos recursos genéticos pelos próprios agricultores é uma estratégia

de conservação denominada *on-farm* (JARVIS et al., 2008; KRISHNA et al., 2013; SANTONIERI e BUSTAMANTE, 2016) e a única capaz de manter o processo evolutivo dessas espécies, principalmente naqueles locais que ainda conservam populações espontâneas viáveis dos ancestrais silvestres.

As iniciativas de conservação de sementes no nível da comunidade existem há cerca de 30 anos (GAIFAMI e CORDEIRO, 1994; ALTIEIRI e MERRICK, 1995; VEROY et al., 2014). Esses esforços tomaram várias formas e rótulos, incluindo banco de genes da comunidade, casa de sementes do agricultor, cabana de sementes, centro de riqueza de sementes, grupo de proteção de sementes, associação ou rede, reserva comunitária de sementes, biblioteca de sementes e banco comunitário de sementes. De um modo geral, os bancos de sementes comunitários são instituições locais, principalmente informais, cuja função principal é a de coletivamente manter sementes para uso local. Desse modo, nos bancos de semente comunitários, os vários estágios do manejo de sementes (seleção, conservação, troca e melhoria) ocorrem sem o envolvimento ou controle de agências de pesquisa, desenvolvimento ou governo.

A conservação de cultivares locais bem como o intercâmbio de sementes praticado pelos produtores familiares configura a condição básica de manejo e perpetuação dessas variedades locais, de modo que se faz necessário reconhecer e incentivar o surgimento e fortalecimento de núcleos e redes comunitárias de conservação de sementes locais. Para valorizar socialmente e promover a conservação *on-farm* desse recurso genético estratégico para a agricultura do Amazonas, o Núcleo de Socioeconomia – NUSEC da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas vem realizando a pesquisa sobre a conservação *on-farm* de sementes locais no Amazonas e a criação da “RENAMAZ - Rede intercomunitária de conservação de sementes locais da agricultura familiar do Amazonas”.

Assim este trabalho teve como objetivo o resgate e registro das variedades locais das sementes produzidas e armazenadas pelos agricultores familiares em Manacapuru, no estado do Amazonas, como a primeira etapa dos resultados do Projeto RENAMAZ, a etapa seguinte é a criação dos núcleos comunitários de conservação de sementes que comporão a rede comunitária de conservação.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo situa-se na margem direita do rio Solimões, distante cerca de 15 minutos da sede de Manacapuru (via fluvial), na localidade denominada de Costa do Pesqueiro. As comunidades estudadas foram Nova Jerusalém, Nossa Senhora do Perpétuo Socorro e a comunidade Apóstolo Paulo, situados na Costa do Pesqueiro I e a

comunidade Nossa Senhora das Graças, na localidade denominada Costa do Pesqueiro II, todas situadas na margem direita, baixo rio Solimões, no município de Manacapuru no estado do Amazonas (Figura 1).

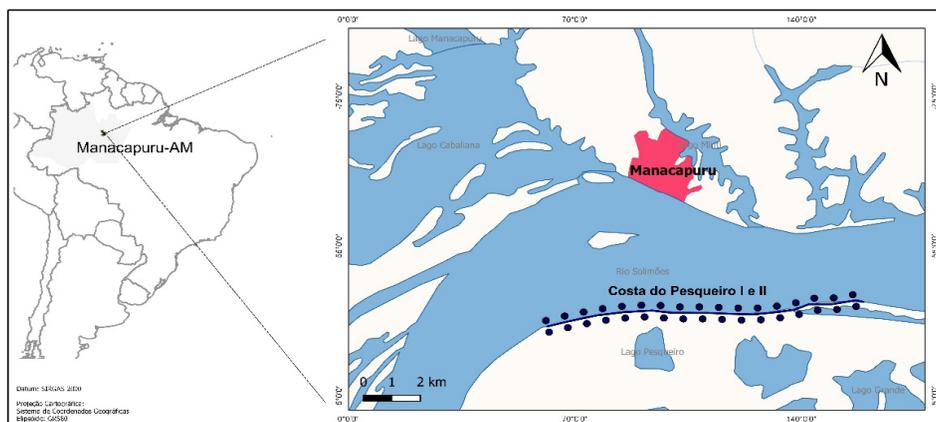


Figura 1. Localização da área de estudo, onde encontram-se as quatro comunidades pesquisadas, na Costa do Pesqueiro I e II, em Manacapuru-AM.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Como método de pesquisa utilizou-se a pesquisa qualitativa e o uso da ferramenta de formulários de entrevistas estruturados, relacionados ao levantamento de informação e conhecimento da realidade da comunidade a partir do ponto de vista de seus entrevistados.

A utilização desta ferramenta possibilitou fazer uma descrição geral sobre a caracterização da agrobiodiversidade local baseada em levantamento de dados com participação dos agricultores familiares e observação direta. Além disso foram realizadas, a listagem de espécies cultivadas (área ou quantidade plantada) e o manejo das sementes (formas de aquisição, intercâmbio e armazenamento).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da agrobiodiversidade da Costa do Pesqueiro

A Costa do Pesqueiro apresenta topografia favorável para o desenvolvimento de sítios agroflorestais, as moradias são assentados em locais livres das inundações médias, ou seja, em locais altos, no topo da restinga (dique marginal), onde também são estabelecidas o cultivo de várias culturas vegetais e a criação de animais (SOUZA, 2010).

No presente estudo foram entrevistados 32 agricultores nas quatro comunidades, localizadas na Costa do Pesqueiro. Estas comunidades são formadas por famílias

nucleares, com média de 4 a 6 pessoas, que estão envolvidos em algumas atividades econômica, como a pesca e a agricultura. Na agricultura todos de alguma forma participam do processo produtivo (plantio, colheita, beneficiamento e/ou escoamento).

A comunidade evangélica **Nova Jerusalém** foi fundada em 2002, localiza-se na Costa do Pesqueiro I. É composta em sua maioria por crianças, jovens e migrantes compondo cerca de 16 famílias. Entre os principais problemas para a organização social estão a luz elétrica e a água potável. Dedicam-se principalmente a pesca e comercialização do peixe liso. As famílias também plantam algumas culturas agrícolas para a comercialização, mas muitos dos seus produtos agrícolas são destinados basicamente para o seu autoconsumo. Nos seus ambientes de trabalho é possível aglutinar uma série de atividades envolvendo a roça, o roçado de mandioca, o pomar, o cultivo de hortaliças, a criação pequenos e grandes animais, o cultivo da fibra vegetal (juta e malva), a pesca, a extração de madeira, coleta e caça. No entorno da casa encontram-se os componentes arbóreo-frutíferos denominados sítios (seringueiras, cacauzeiros, bananeiras, mamoeiros, cupuaçuzeiros e outras) e ao fundo do terreno, encontra-se a roça, com culturas de ciclo curto que vão do maxixe, ao jerimum, passando pela melancia e a mandioca (SOUZA, 2010).

A comunidade **Nossa Senhora do Perpétuo Socorro** (Costa do Pesqueiro I), vive basicamente da atividade pesqueira, do cultivo de hortaliças e fibras. A comunidade apresenta aproximadamente 200 habitantes. Cerca da metade dos moradores possui geradores de energia. A escola local apresenta estrutura de destaque na zona rural do município e é frequentada por estudantes oriundos de diversas comunidades vizinhas (CASSINO, 2010).

A comunidade **Apóstolo Paulo** (Costa do Pesqueiro I), possui pelo menos 31 residências cadastradas. Na vila principal há cerca de 22 famílias residindo. Existe uma pequena rede elétrica (50 metros) interligando estas instalações. Possui como infraestrutura igrejas, centro comunitário e uma escola de ensino fundamental (1ª à 4ª séries). Uma grande parcela dos moradores (72,7 %) tem renda mensal na faixa de ½ até 1 salário mínimo e outros (18,2 %) possuem renda mensal de 1 até 2 salários mínimos (MELO JUNIOR et al, 2002).

A comunidade **Nossa Senhora das Graças** (Costa do Pesqueiro II) tem aproximadamente 52 famílias distribuídas em 44 domicílios. A pesca comercial é a principal fonte de renda, juntamente com a agricultura. Na agricultura, os principais produtos agrícolas comercializáveis são hortifrutis, com destaque para o feijão de metro, melancia, jerimum, mamão, maracujá, malva e macaxeira (SANTIAGO et al, 2010). Os quintais agroflorestais possuem uma miscelânea de cultivos anuais, bianuais e perenes além das espécies florestais. Entre os produtos cultivados os que mais se destacam é a goiaba (*Psidium guajava*), coco (*Cocos nucifera*) e manga (*Mangifera indica*), também são encontrados uma variedade de hortaliças plantados em jiraus e outros cultivos agrícolas. A principal função desses cultivos é a manutenção da família, sendo o excedente

comercializado (AZEVEDO, 2010).

Nessas comunidades é comum o cultivo de uma diversidade de espécies vegetais que são comumente utilizados na dieta alimentar e na medicina caseira, formando seu banco de germoplasma e contribuindo para uma rica agrobiodiversidade local.

A agrobiodiversidade é por definição o conjunto de seres vivos que foram domesticados e são utilizados na agricultura, fazendo parte de um conjunto ainda maior, a biodiversidade, que é constituída por todas as formas de vida que existem em diversos habitats e que integram a agricultura (BRASIL, 2006). A diversidade agrícola, ou agrobiodiversidade, diz respeito tanto a espécies, quanto a variedades cultivadas, assim como espécies silvestres, plantas espontâneas, insetos e sua diversidade genética (SANTILI e EMPERAIRE, 2009). E reflete nas inter-relações entre o homem, as plantas cultivadas e o ambiente circundante, portanto é o resultado de fatores naturais e culturais e pode ser dividida em: diversidade de espécies (plantas cultivadas), diversidade genética (variedades diferentes de milho, feijão e outros) e a diversidade de ecossistemas agrícolas (diferentes sistemas de manejo e de produção) (SANTILI, 2012).

Nos diferentes sistemas de manejo de produção são os quintais agroflorestais, os sítios e as roças onde são cultivadas essas espécies úteis. Nas roças é comum encontrar várias variedades da mandioca e macaxeira (*Manihot esculenta*), plantado para a produção da farinha, que é o principal carboidrato da dieta alimentar desses agricultores, que são adaptáveis aos períodos curtos de terra, na várzea. Nos quintais agroflorestais e nos sítios são cultivados principalmente as frutíferas e as plantas medicinais. Em todos os quintais é possível verificar a presença de plantas medicinais, plantados de forma suspensas devido à subida anual das águas. Para Santiago et al (2010) a medicina caseira faz parte do *ethos* de vida desses indivíduos, que possuem uma outra visão do universo da saúde e da doença, bem como práticas de cura ligadas a percepções sobrenaturais de suas causas.

Em média, o número de espécies por agricultor é de 6,2, em uma amplitude de varia de 2 a 41 espécies/agricultor familiar. Os cultivos são destinados principalmente para o autoconsumo, algumas espécies de plantas, como a malva é plantada para comercialização de suas fibras e melancia, sendo assim são destinadas áreas maiores para o cultivo como 13 hectares e 2 hectares, respectivamente, as demais espécies vegetais são plantadas em até 0,5 hectares (macaxeira, mandioca e as variedades de banana), e outras como frutíferas e hortaliças são cultivadas em pequenas áreas nas propriedades, isso implica diretamente na proporção da área plantada (Figura 2).

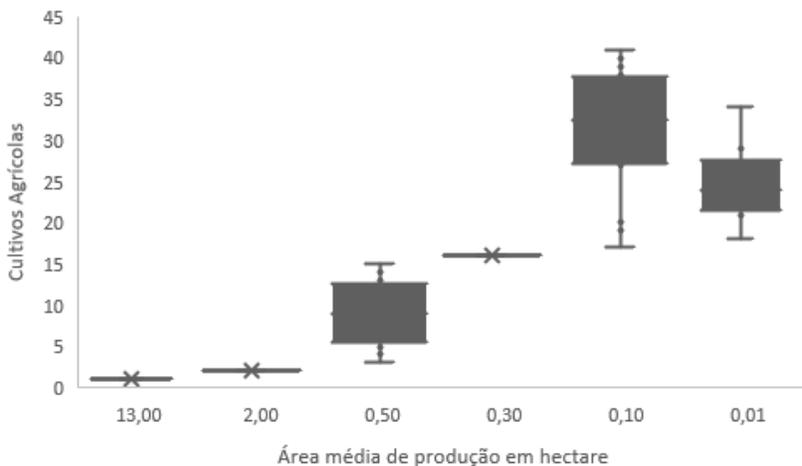


Figura 2. Número de cultivos agrícolas em função do tamanho da área da propriedade na Costa do Pesqueiro.

3.2 Listagem de espécies cultivadas

Foram verificadas 41 culturas agrícolas cultivadas, entre hortaliças, frutíferas, tubérculos, espécies como a malva para extração da fibra e plantas medicinais. A curva de acumulação de espécies demonstra uma boa distribuição das frequências observadas com uma amostra de 32 entrevistados (Figura 3).

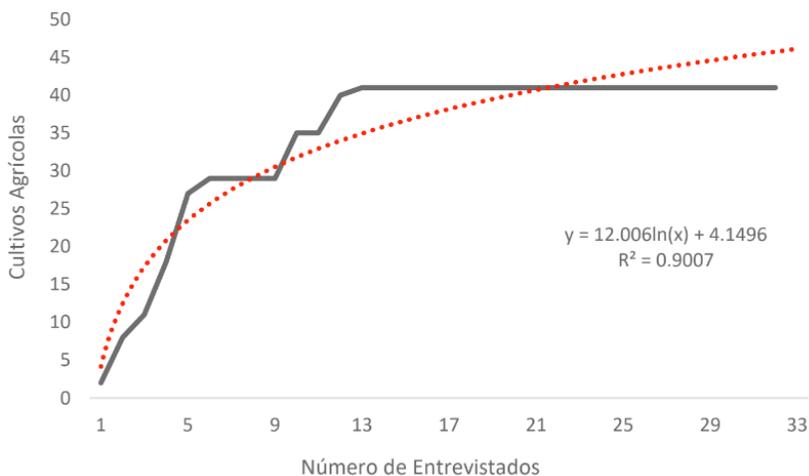


Figura 3. Curva de acumulação dos cultivos agrícolas na Costa do Pesqueiro em Manacapuru.

As 34 espécies encontradas são pertencentes a 31 gêneros e 23 famílias botânicas. As famílias mais representativas foram Cucurbitaceae (5 espécies) e Anacardiaceae, Apiaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Myrtaceae e Solanaceae, duas espécies cada (Figura 4).

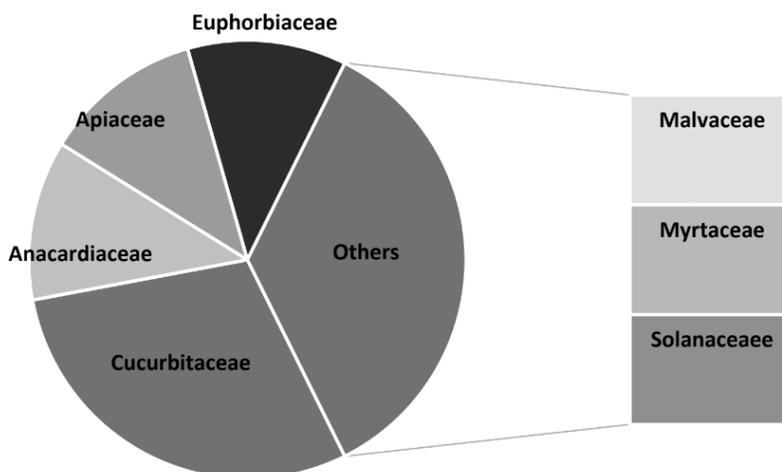


Figura 4. Famílias botânicas mais representativas cultivadas na Costa do Pesqueiro, Manacapuru.

Jerimum (*Cucurbita* spp), maxixe (*Cucumis anguria*), melancia (*Citrullus lanatus*), melão (*Cucumis melo*) e pepino (*Cucumis sativus*) são pertencentes da família Cucurbitaceae, que é a família mais abundante em termos de espécies. Dentre as espécies citadas, a melancia é destinada para a comercialização (Tabela 1).

Nome comum	Nome Científico	Família Botânica	Utilidade
Mastruz	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Amaranthaceae	Planta Medicinal
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	Frutífera
Taperebá	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Frutífera
Graviola	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	Frutífera
Chicória	<i>Eryngium foetidum</i>	Apiaceae	Hortaliças/Verdura
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i>	Apiaceae	Hortaliças/Verduras
Açaí	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae	Frutífera
Jambu	<i>Acmella oleracea</i>	Asteraceae	Hortaliças/Verduras
Couve	<i>Brassica oleracea</i>	Brassicaceae	Hortaliças/Verduras
Mamão	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	Frutífera
Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	Tubérculo

Nome comum	Nome Científico	Família Botânica	Utilidade
Jerimum	<i>Cucurbita spp</i>	Cucurbitaceae	Hortaliças/Verduras
Maxixe	<i>Cucumis anguria</i>	Cucurbitaceae	Hortaliças/Verduras
Melancia	<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	Frutífera
Melão	<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitaceae	Frutífera
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae	Hortaliças/Verduras
Macaxeira	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	Tubérculo
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	Tubérculo
Cidreira	<i>Melissa officinalis</i>	Labiatae	Planta Medicinal
Hortelãnzinho	<i>Mentha piperita</i>	Lamiacea	Planta Medicinal
Boldo	<i>Plectranthus barbatus</i>	Lamiaceae	Planta Medicinal
Feijão	<i>Vigna unguiculata</i>	Leguminosae	Cereal
Ingá	<i>Inga edulis</i>	Leguminosae	Frutífera
Cebolinha	<i>Allium sp.</i>	Liliaceae	Hortaliças/Verduras
Malva	<i>Urena lobata</i>	Malvaceae	Fibra
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Malvaceae	Hortaliças/Verduras
Banana	<i>Musa sp.</i>	Musaceae	Frutífera
Araçá	<i>Eugenia stipitata</i>	Myrtaceae	Frutífera
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Frutífera
Cariru	<i>Talinum triangulare</i>	Portulacaceae	Hortaliças/Verduras
Milho	<i>Zea mays</i>	Poaceae	Cereal
Tomate	<i>Solanum sp.</i>	Solanaceae	Hortaliças/Verduras
Pimenta	<i>Capsicum sp</i>	Solanaceae	Hortaliças/Verduras
Pimentão	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae	Hortaliças/Verduras
Cacau	<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	Frutífera

Manejo das sementes (formas de aquisição, intercâmbio e armazenamento)

Tabela 1. Espécies cultivadas nos agroecossistemas, nas quatro comunidades da Costa do Pesqueiros, Manacapuru-AM.

Das 41 plantas cultivadas, foram identificadas 34 espécies. As espécies de banana têm nas comunidades pelo menos três variedades (banana maçã, banana pacovã e banana prata) e o feijão que é cultivado tem quatro variedades (feijão coração de galinha, feijão de praia, feijão manteiguinha e feijão panela), que mescla tanto sementes de espécies nativas quanto provenientes do comércio.

O sistema de trocas de sementes e propágulos constitui uma fonte importante de obtenção de plantas em áreas de várzea, uma vez que a perda da produção em eventos hidrológicos implica também na perda de material propagativo para o próximo plantio. Nota-se, portanto, que replantio e o intercâmbio de sementes ocorre expressivamente com plantas diretamente ligadas a soberania alimentar das famílias.

Nas comunidades da guarda da semente ocorre com os próprios agricultores, a compra de sementes configura a forma bastante frequente de obtenção de plantas, principalmente as sementes de hortaliças, a malva é geralmente comprada com outro agricultor (Figura 5).

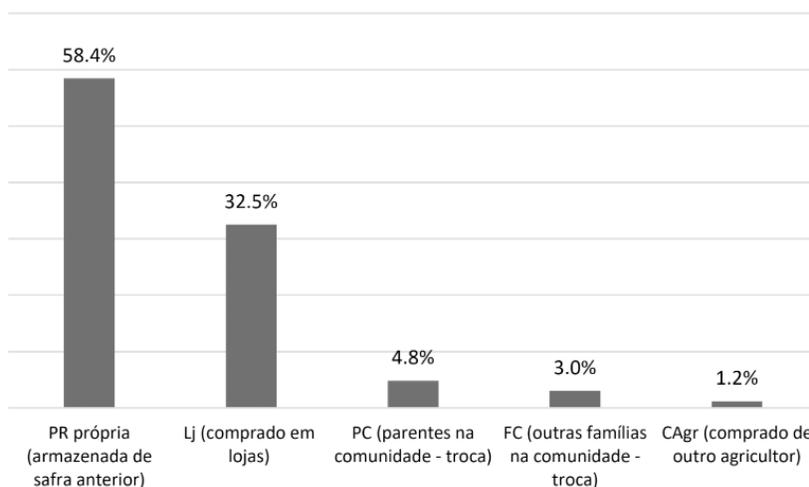


Figura 5. Fontes de obtenção de sementes e germoplasma segundo relatos dos agricultores da Costa do Pesqueiro, Manacapuru-AM.

A troca de sementes e propágulos entre parentes ocorre quase que exclusivamente entre irmãos. Para ABIZAID et al (2016), o ato de partilhar sementes pode ser conceituado como uma rede de trocas, cuja finalidade tende a ser a propagação e a conservação de espécies locais. Tal prática é muitas vezes unidirecional (de agricultores com plantios mais diversificados para os menos diversificados), tornando o termo “troca” menos apropriado.

4 | CONCLUSÕES

As comunidades da Costa do Pesqueiro apresentam agroecossistemas com cultivos diversificados, organizados principalmente nos quintais agroflorestais, nos sítios e nas roças, e sua proximidade com o mercado consumidor que é a capital Manaus influencia diretamente na diversidade e abundância dos cultivos, determinando qual espécie será conduzida assim como a área de plantio, o que explica a baixa ocorrência de plantas nativas destinadas ao autoconsumo.

Com o andamento do Projeto RENAMAZ espera-se alcançar novos resultados para encaminhar propostas adequadas ao manejo e a conservação de sementes locais por grupo de agricultores familiares do Amazonas.

AGRADECIMENTOS

Aos moradores, agricultores familiares da Costa do Pesqueiro, em Manacapuru-AM e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pelo financiamento do Projeto RENAMAZ (Rede intercomunitária de Conservação de Sementes Locais da Agricultura Familiar do Amazonas) ao qual este trabalho está associado.

REFERÊNCIAS

ABIZAID, C.; COOMES, O. T.; PERRAULT-ARCHAMBAULT, M. Seed sharing in amazonian indigenous rain forest communities: a social network analysis in three Achuar villages, Peru. **Ecologia humana**, v. 44, n. 5, p. 577–594, 2016.

AZEVEDO, A. S. Cultivo e manejo de plantas medicinais pelos caboclos-ribeirinhos na comunidade Nossa Senhora das Graças, Amazonas. **Relatório Final**. Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Departamento de Apoio a Pesquisa. Programa Institucional de Apoio a Pesquisa. Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 2010.

BRASIL. **Biodiversidade**: passado, presente e futuro da humanidade. Ministério do desenvolvimento Agrário. Secretaria da agricultura familiar. Centro Ecológico. 83 p. 2006.

CASSINO, M. F. **Estudo etnobotânico de plantas medicinais em comunidades de várzea do rio Solimões, Amazonas e aspectos farmacognósticos de *Justicia pectoralis* Jacq. forma mutuquinha (Acanthaceae)**. 2010. 147 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Botânica) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, 2010.

CASTRO, A. P.; FRAXE, T. J. P.; SANTIAGO, J. L.; MATOS, R. B.; PINTO, I. C. Os sistemas agroflorestais como alternativa de sustentabilidade em ecossistemas de várzea no Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 39, n.2, p. 279-288, 2009.

CLEMENT, C.R.; ROCHA, S. F. R.; COLE, D. M.; VIVIAN, J. L. Conservação *on farm*. In: Nass, L. L. (Ed.) **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2007. p. 51-544.

DULLOO, E. E DELWING, A. B.; FRANKE, L. B.; BARROS, I. B. I. Qualidade de sementes de acessos de melão crioulo (*Cucumis melo* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 187-194, 2007.

EMPERAIRE, L.; ELOY, L.; SEIXAS, A. N. Redes e observatórios da agrobiodiversidade, como e para quem? Uma abordagem exploratória na região de Cruzeiro do Sul, Acre. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 11, n. 1, p. 159-192, 2016.

JARVIS, D. I.; BROWN, A. H. D.; CUONG, P. H.; COLLADO-PANDURO, L.; LATOURNERIE-MORENO, L.; GYAWALI, S.; TANTO, T.; SAWADOGO, M.; MAR, I.; SADIKI, M.; HUE, N. T. ARIAS-REYES, BALMA, L. D.; BAJRACHARYA, J.; CASTILLO, F.; RIJAL, D.; BELQADI, L.; RANA, R.; SAIDI, S.; OUEDRAOGO, J.; ZANGRE, R.; RHRIB, K.; CHAVEZ, J. L.; SCHOEN, D.; STHAPIT, B.; DE SANTIS, P.; FADDA, C.; HODGKIN, T. A global perspective of the richness and evenness of traditional crop-variety diversity maintained by farming communities. **PNAS**, v. 105, n. 14, p.5326-5331, 2008.

MELO JR., A.C.; SOUZA, F.C.R.; SOUZA, R.C.R. Avaliação Técnico econômica do Suprimento de Eletricidade com Gasogênio na Comunidade Apóstolo Paulo, Manacapuru-AM. **Anais, IX Congresso Brasileiro de Energia – CBE, Volume I**, Rio de Janeiro. 2002.

PEREIRA, H. S.; SILVA, S. C. P.; GUIMARÃES, D. F. S.; VASCONCELOS, M. A. Os impactos dos eventos hidrológicos extremos e a governança ambiental: estudo sobre a assiduidade dos alunos no Distrito de Terra Nova, Careiro da Várzea/AM. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 2, n. 9, 2017.

PINTO, I. C.; MACEDO, R. L.; FERNANDES, R. S. Agricultura familiar nas várzeas do alto rio Amazonas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1209-1212, 2009.

SANTIAGO, J. L.; FRAXE, T. J. P.; CASTRO, A. P. Os sistemas agroflorestais tradicionais: uma alternativa de conservação da agrobiodiversidade e segurança alimentar dos caboclos-ribeirinhos nos agroecossistemas amazônicos. **Anais do V Encontro da ANPPAS**. Florianópolis, 2010.

SANTILI, J. A Lei de Sementes brasileira e os seus impactos sobre a agrobiodiversidade e os sistemas agrícolas locais e tradicionais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 7, n. 2, p. 457-475, 2012.

SANTILI, J.; EMPERAIRE, L. A Agrobiodiversidade e os direitos dos agricultores tradicionais. In: **Povos indígenas no Brasil 2001 a 2005**. 1ª ed. local, 2006. 880 p.

SANTONIERI, L.; BUSTAMANTE, P. G. Conservação *ex situ* e *on farm* de recursos genéticos: desafios para promover sinergias e complementaridades. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas** v. 11, n. 3, p. 677-690, 2016.

SOUZA, A. C. B. **Sítios na Várzea do Baixo Rio Solimões: rupturas e adaptações na Costa do Pesqueiro – Município de Manacapuru-AM**. 2010. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.

CAPÍTULO 15

ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA PARA RESTAURAÇÃO AMBIENTAL, CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL (BAHIA, BRASIL)

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 01/03/2021

Wilma Santos Silva

Universidade do Estado da Bahia, DCET -
Campus II
Alagoinhas - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2453824807578898>
<https://orcid.org/0000-0003-2786-7619>

Maria Dolores Ribeiro Orge

Universidade do Estado da Bahia, DCET -
Campus II
Alagoinhas - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7039932305357538>
<https://orcid.org/0000-0002-0018-9574>

José Antonio da Silva Dantas

Universidade do Estado da Bahia, DCET -
Campus II
Alagoinhas - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/4070112667175865>
<https://orcid.org/0000-0003-2535-4908>

Mara Rojane Barros de Matos

Universidade do Estado da Bahia, DCET -
Campus II
Alagoinhas - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6330695811037446>
<https://orcid.org/0000-0002-5986-7560>

Ludmilla de Santana Luz

Universidade do Estado da Bahia, DCET -
Campus I
Salvador - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2655514790478065>
<https://orcid.org/0000-0002-4844-0772>

RESUMO: A maior parte das espécies nativas de um bioma é adequada para restaurar paisagens degradadas em harmonia com sua fitofisionomia original. O ecopaisagismo propõe jardins e arborização urbana aliados à restauração ambiental. Este trabalho foi elaborado após análise de guias técnicos de arborização urbana e de levantamentos florísticos em fragmentos nativos de Mata Atlântica e em praças públicas de um município no Litoral Norte da Bahia (Brasil). A partir de um inventário florístico regional com 299 espécies nativas de 72 famílias do bioma, foi elaborado um *checklist* de 66 espécies nativas de 25 famílias com suas principais características ecológicas. Isto serve de referência científica para elaboração de guias de arborização, estudo da biodiversidade e políticas de desenvolvimento em áreas sob influência da Mata Atlântica. Assim a restauração ambiental aliada à conservação da biodiversidade pode ser aplicada na escala mais ampla do desenvolvimento urbano sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade. Mata Atlântica. Sustentabilidade.

NATIVE SPECIES OF THE ATLANTIC FOREST FOR ENVIRONMENTAL RESTORATION, BIODIVERSITY CONSERVATION AND SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT (BAHIA, BRAZIL)

ABSTRACT: Most native species of a biome are suitable for restoring degraded landscapes in harmony with their original phytophysiognomy. The ecolandscape proposes gardens and urban afforestation allied to environmental restoration. This work was elaborated after analysis of technical guides of urban arborization and floristic

surveys in native fragments of Atlantic Forest and in public squares of a municipality on the North Coast of Bahia (Brazil). From a regional floristic inventory with 299 native species from 72 biome families, a checklist of 66 native species of 25 families with their main ecological characteristics was elaborated. It serves as a scientific reference for the development of afforestation guides, biodiversity conservation projects, and sustainable urban development programs in areas under the influence of the Atlantic Forest. Thus, environmental restoration combined with biodiversity conservation can be applied on the broader scale of sustainable urban development.

KEYWORDS: Biodiversity. Atlantic Forest. Sustainability.

11 ECOPAISAGISMO, RESTAURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A maior parte das espécies nativas de um bioma é adequada para arborizar e recuperar paisagens degradadas em harmonia com sua fitofisionomia original. Esta é a tendência de inovação do ecopaisagismo para fazer jardins ou arborização urbana seguindo critérios ecológicos. Em país tropical ou temperado, o princípio da arborização em equilíbrio com o domínio florestal nativo é o mesmo e contribui para minimizar os danos da ocupação urbana.

Uma cidade arborizada ganha conforto térmico com um clima mais fresco e apresenta maior garantia da qualidade ambiental urbana pela beleza de cores, aromas e atração da fauna polinizadora. Estes são serviços ambientais oferecidos pelas plantas, apenas percebidos e valorizados quando perdidos. Além do aspecto estético de beleza da cidade e a saúde de seus moradores, torna o ambiente urbano mais biodiverso em flora e fauna. O conceito moderno de cidade inclui espaços com áreas verdes e corredores ecológicos entre sua rede imobiliária (CORRÊA, 2015).

Arborizar não se resume a plantar árvores somente, mas requer um planejamento adequado. Do contrário, transtornos são acarretados para os centros urbanos com prejuízo para a população, as plantas e sua fauna associada que dependem delas para alimento e abrigo.

Embora importantes para a qualidade ambiental das cidades, as áreas verdes arborizadas carecem de cuidados em sua implementação e manutenção. Elas desempenham um ponto de equilíbrio entre o ambiente modificado para ocupação urbana e a paisagem (LIMA e AMORIM, 2006), sobretudo quanto à inserção de espécies exóticas. Saber a origem da espécie a ser plantada para compor a paisagem urbana é muito importante. A inserção de espécimes exóticos pode agravar um problema ambiental urbano. Além de gerar impactos nocivos secundários como comprometimento de calçada e fiação elétrica, elas podem atrair doenças para a flora, a fauna e moradores do entorno.

Este estudo traz uma reflexão sobre a importância da arborização e os benefícios de um planejamento ambiental adequado para as cidades. O ecopaisagismo valoriza e usa a flora nativa frente à arborização inadequada com espécies exóticas. Os modelos

tradicionais se transformaram em réplicas de padrões usados em outras urbes, geralmente conflitantes com nossas paisagens tropicais.

Apesar de muitas cidades interioranas serem de pequeno porte, tem-se observado o crescimento associado a problemas ambientais nas três últimas décadas, como a supressão da vegetação. Alguns municípios ainda não têm sequer um guia técnico de arborização urbana para servir de subsídio ao plantio de espécies adequadas às características da cidade.

Nesse sentido, o presente estudo das espécies nativas de Mata Atlântica com suas principais características ecológicas é importante para elaboração de guias técnicos de arborização de cidades no domínio Mata Atlântica. Das espécies sugeridas para uso em espaços urbanos foram considerados seus aspectos ecológicos e fitofisionomia de ocorrência. Pelo aporte de informação científica, o trabalho também pretende contribuir para pesquisas sobre conservação da biodiversidade e programas de desenvolvimento urbano sustentável.

O principal objetivo foi elaborar um *checklist* de espécies nativas de Mata Atlântica, com suas principais características ecológicas, como referência para elaboração de guias de arborização, estudo da biodiversidade e políticas de desenvolvimento em áreas sob influência da Mata Atlântica, especialmente no estado da Bahia (Brasil).

Este trabalho foi executado em 2 etapas complementares:

- 1) a análise quali-quantitativa dos dados de trabalhos anteriores sobre a composição da flora local em praças e fragmentos nativos há pouco mais de 20 anos e da informação contida em guias técnicos de arborização;
- 2) a elaboração da proposta de espécies nativas mais adequadas, com base na avaliação de características ecológicas e fitofisionomia.

2 | A FLORA EM PRAÇAS, FRAGMENTOS NATIVOS E GUIAS TÉCNICOS

Nesta primeira etapa, inicialmente foi considerada a informação contida em trabalhos sobre a flora encontrada em praças públicas e em fragmentos florestais nativos do município de Alagoinhas, referência para o Litoral Norte da Bahia.

As principais características ecológicas das espécies foram obtidas de trabalhos científicos anteriores. As espécies nativas, incluindo aquelas com potencial melífero, constam em inventários de fragmentos de Floresta Ombrófila Densa da Mata Atlântica no *Campus II* da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e da extinta Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) (Quadros 1 e 2).

O estudo sobre a arborização urbana em Alagoinhas teve início há pouco mais de 20 anos, em 1995, 2014 e recentemente com este trabalho em 2018.

Municípios do interior costumam não ter um guia técnico de arborização urbana como subsídio para o plantio de espécies adequadas. Até a realização deste trabalho,

também Alagoinhas ainda não tinha o seu. O prazo dado pelo Órgão Ambiental Municipal e o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente era de até 180 dias, estabelecidos no Artigo 62 do Projeto de Lei Complementar nº. 008/2017 de 26 de outubro de 2017.

No primeiro estudo, Nascimento, Nunes e Matos (1995) catalogaram 27 espécies em quatro praças públicas: Santa Isabel, Kennedy, Alagoinhas Velha e Rui Barbosa, com destaque então para a grande ocorrência de *Pinus sp.*, *Terminalia catappa* e *Caratonia forticat*. A praça Rui Barbosa apresentou a maior expressividade com 13 espécies.

Com o segundo trabalho, Vaz (2014) registrou 30 espécies, com 162 indivíduos, em oito praças inventariadas. A maior abundância foi de *Ficus benjamina*, em 25% das oito praças, seguida de *Erythrina indica*, *Mangifera indica*, *Syagrus romanzoffiana* e *Delonix regia*. A praça Rui Barbosa manteve o destaque com 16 espécies.

Título	Autoria	Ano
Botânica na praça. Levantamento das plantas usadas na arborização da cidade de Alagoinhas.	NASCIMENTO, A.M.F.; NUNES, J.M.C.; MATOS, M.R.B.	1995
Diagnóstico e análise da florística e fitossociológica da arborização de praças no Centro de Alagoinhas-BA.	VAZ, G.A.S.	2014

Quadro 1. Trabalhos realizados sobre arborização urbana no município de Alagoinhas, Bahia (Brasil).

Fonte: autoral, 2018.

Título	Autoria	Ano
Refúgio de vida silvestre, uma alternativa de conservação para a biodiversidade do complexo vegetacional UNEB/EBDA.	BATISTA, S.M.R.	2009
Levantamento Florístico da Família Myrtaceae em uma Área de Mata Ombrófila Densa (<i>Campus II</i> – UNEB) no Município de Alagoinhas, Bahia, Brasil	ALCÂNTARA, T.R.	2015
Levantamento Florístico de Rubiaceae Juss. em fragmento de Mata Ombrófila Densa no Município de Alagoinhas, Bahia.	SANTOS, T.G.	2015
Verbenaceae J. ST. Hilaire e Lamiaceae Martynov no Remanescente de Mata Atlântica no Complexo Vegetacional UNEB/EBDA.	SANTANA, I.N.	2016
O gênero <i>Eremanthus</i> Less. (Vernonieae e Asteraceae) no Litoral Norte e Agreste Baiano: uma revisão.	BATISTA, R.C.R.C.	2016
Análise Fitossociológica de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa (<i>Campus II</i> - UNEB) no município de Alagoinhas, Bahia, Brasil.	OLIVEIRA, Z.M.	2017
Potencial Apícola de <i>Cupania rigida</i> Radick (Sapindaceae) em fragmento de Mata Atlântica, Alagoinhas-BA.	PINHEIRO, M.A.S.	2016
Tipos polínicos registrados em produtos meliponícolas de um fragmento de Mata Atlântica, Bahia – Brasil: uma revisão.	GONÇALVES, E.S.	2016

Flora apícola de um fragmento de Mata Atlântica, Alagoinhas, Bahia – Brasil – Família Asteraceae Martinov – revisão.	JESUS, É.A.	2016
--	-------------	------

Quadro 2. Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) realizados em fragmentos de Mata Atlântica no *Campus* II da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e na área da extinta Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), Alagoinhas, Bahia (Brasil).

Fonte: autoral, 2018.

Espécies atrativas para as abelhas, denominadas plantas melíferas, também são passíveis de uso na arborização por seus atributos ecológicos. Isto é fundamental principalmente para recuperação de áreas degradadas e mesmo para fins econômicos e ecológicos, pois os polinizadores contribuem para a variabilidade genética da espécie. Em espaços urbanos, no entanto, deve-se ter uma cautela na implementação de espécies com esse atrativo devido a possíveis transtornos por conta dos enxames. Muito provavelmente, as abelhas migrariam até esses locais para obtenção de recursos florais, podendo causar acidentes com a população urbana. E, na tentativa de livrar-se delas, a população causaria estresse a esses animais pela manipulação incorreta.

Apesar deste risco, ter plantas melíferas que florescem o ano todo nos centros urbanos não é um agravo e sim um adicional de beleza e oferta de recursos à fauna. Além de propiciar um ambiente mais biodiverso em termos de flora e fauna. Esse conhecimento é importante na seleção de espécies para a arborização urbana. Com o fomento de uma boa educação ambiental da população nos centros urbanos, a convivência pode ser harmônica com as abelhas, caso elas apareçam.

Neste trabalho, também foi feito o levantamento da arborização urbana em 10 praças do centro de Alagoinhas (Bahia, Brasil) no período de janeiro a maio/2018. Elas estão indicadas na figura 1: Praça Barão do Rio Branco, da Bandeira, José Joaquim Seabra, Castro Leal, Rui Barbosa, Conselheiro Couto, Mário Laerte, Sete de Setembro, Praça do Oito e Aristides Maltez.



Figura 1. Vista aérea da cidade de Alagoinhas – Bahia (Brasil), com localização das 10 praças inventariadas em 2018. P1. Barão do Rio Branco, P2. Bandeira, P3. J.J. Seabra, P4. Castro Leal, P5. Rui Barbosa, P6. Conselheiro Couto, P7. Mário Laerte, P8. Sete de Setembro, P9. Oito, P10. Aristides Maltez.

Fonte: adaptado do Google EarthPro, 2021

Foram registrados indivíduos vegetativos e reprodutivos quanto aos critérios principais de origem nativa ou exótica e elementos secundários, como hábito e porte dos indivíduos. A composição florística encontrada nessas dez praças de Alagoinhas está listada na tabela 1. A arborização das Praças Barão do Rio Branco e Mário Laerte está sendo catalogada pela primeira vez. A praça Rui Barbosa continua mantendo o destaque para os indivíduos botânicos em relação às demais, sendo o principal espaço urbano com maior variedade de espécies em Alagoinhas.

Entre as 225 plantas catalogadas nas dez praças, 39 indivíduos são de espécies nativas (17,33%) e 179 plantas de espécies exóticas (79,55%), além de 7 espécimes não identificados. Foram registradas 41 espécies de 37 gêneros e 15 famílias. Houve um aumento esperado no registro da densidade e diversidade em relação ao inventário anterior de Vaz (2014), que registrou 162 indivíduos de 29 espécies em oito praças de Alagoinhas.

As famílias botânicas mais diversas foram Fabaceae com 10 espécies (24,39%), Arecaceae com 9 (21,95%), Bignoniaceae com 4 (9,76%) e Anacardiaceae com 3 (7,32%). As famílias mais abundantes foram Fabaceae (62), Arecaceae (54), Meliaceae (49) e Anacardiaceae (15), compondo 80% do total levantado.

As espécies nativas mais abundantes foram *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) com 11 indivíduos (4,88%) e *Calliandra brevipes* (Fabaceae) com 10 (4,44%).

Enquanto entre as espécies exóticas, as mais abundantes foram *Ficus benjamina* (20%) da família Meliaceae e *Delonix regia* (7,55%) e *Erythrina indica* (5,33%), ambas da família Fabaceae.

A proporção de *F. benjamina* nas praças de Alagoinhas encontra-se, portanto, em desacordo com os preceitos técnicos de Milano (1984), onde cada espécie não deve ultrapassar 15% do total de indivíduos da população arbórea. O equilíbrio entre espécies contribui para o bom planejamento da arborização urbana, atentando aos riscos de pragas e doenças, que podem comprometer a longevidade dos espécimes. O trabalho considerou apenas as praças, se as demais vias públicas tivessem sido inventariadas, esse percentual aumentaria drasticamente.

Quanto ao hábito foram encontrados: 1 liana, 2 herbáceas, 42 arbustos e 178 árvores, este foi o hábito de maior predominância (79,11%). Quanto ao porte, 45 plantas são pequenas (19,49%), 23 médias (9,52%) e 155 grandes (68,88%). Segundo os valores estipulados pela COELBA (2002), a faixa de 3 a 5 m é porte pequeno, 6 a 10 m tamanho médio e >10 m é porte grande.

Família	Nome científico	Nome popular	N	Porte	Hábito	Origem
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeira branca	2	Médio	Arbóreo	Nativa
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	11	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira vermelha	2	Médio	Arbóreo	Nativa
Arecaceae (Palmae)	<i>Bismarckia nobilis</i> Hildebrant & Wendland	Palmeira azul	2	Médio	Arbóreo	Exótica
	<i>Dyopsis lutescens</i> H. Wendl	Palmeira Areca bambu	6	Pequeno	Arbustivo	Exótica
	<i>Dyopsis decaryi</i> (Jum.) Beentje & J. Dransf.	Palmeira triângulo	3	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Pinanga kuhlii</i> Blume	Pinanga	10	Pequeno	Arbustivo	Exótica
	<i>Pritchardia pacifica</i> Seemann e H. Wendl	Palmeira-leque de Fiji	10	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Roystonea oleracea</i> (N. J. Jacquin) O. F. Cook	Palmeira real	2	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) O.F. Cook	Palmeira imperial	6	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	11	Grande	Arbóreo	Nativa
	<i>Veitchia merrillii</i> (Becc) H. E. Moore	Palmeira de manila	4	Médio	Arbóreo	Exótica
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i> L.	Dedal de princesa	1	Pequeno	Liana	Nativa

Asparagaceae	<i>Chlorophytum comosum</i> (Thunb.) Jacques	Clorofito	1	Pequeno	Herbáceo	Exótica
	<i>Dracaena marginata</i> Lam.	Dracena	1	Médio	Arbustivo	Exótica
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê rosa	1	Grande	Arbóreo	Nativa
	<i>Tabebuia cf. rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Pau d'arco	3	Grande	Arbóreo	Nativa
	<i>Tabebuia</i> sp.	Pau d'arco	3	Grande	Arbóreo	Nativa
	<i>Handroanthus</i> sp.	-	1	Grande	Arbóreo	Nativa
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Amendoeira	6	Grande	Arbóreo	Exótica
Cycadaceae	<i>Cycas circinalis</i> L.	Cica	4	Pequeno	Arbustivo	Exótica
	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	Sagu	3	Pequeno	Arbustivo	Exótica
Fabaceae	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	Pata de vaca	8	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Cassia fistula</i> L.	Canafístula	1	Médio	Arbóreo	Exótica
	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant	17	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H. S. Irwin & R. C. Barneby	Cássia seámea	6	Médio	Arbóreo	Exótica
	<i>Adenantha pavonina</i> L.	Carolina	3	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Calliandra brevipes</i> Kuntze	Me-dê-um-beijo-que-te-digo	10	Pequeno	Arbustivo	Nativa
	<i>Leucaena leucephala</i> (Lam.) R. de Wit.	Leucena	1	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Mata fome	1	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Sombreiro	3	Grande	Arbóreo	Nativa
	<i>Erythrina indica</i> Lam.	Brasileirinho	12	Grande	Arbóreo	Exótica
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Monguba	2	Grande	Arbóreo	Nativa
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Niim	4	Grande	Arbóreo	Exótica
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus	45	Grande	Arbóreo	Exótica
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	Amoreira	1	Méd	Arbóreo	Exótica
Pandanaceae	<i>Pandanus utilis</i> Bory	Pandano	2	Gran	Arbóreo	Exótica
Rubiaceae	<i>Ixora chinensis</i> Lam.	Ixora	5	Peq	Arbustivo	Exótico
Sterculiaceae	<i>Sterculia foetida</i> L.	Chichá-fedorento	1	Gran	Arbóreo	Exótico
Strelitziaceae	<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.	Palmeira dos viajantes	1	Méd	Arbóreo	Exótico
	<i>Strelitzia</i> sp.		2	Peq	Herbáceo	Exótico

Não Identificadas	sp. 1		1	-	-
	sp. 2		1	-	-
	sp. 3		1	Médio	Arbustivo
	sp. 4		1	Grande	Arbóreo
	sp. 5		2	Pequeno	Arbustivo
	sp. 6		1	Médio	Arbóreo
	sp. 7		1	Médio	Arbóreo
Total			225		

Tabela 1. Composição florística em 10 Praças de Alagoinhas, Bahia (Brasil). 2018.

Fonte: autoral, 2018.

Frequentemente, as árvores requerem poda para solucionar ou amenizar o conflito entre equipamentos urbanos e arborização (Figura 2).

Árvores são plantadas sob redes aéreas de energia sem o cuidado sobre o conhecimento do porte da espécie na fase adulta (COELBA, 2002). A arborização de ruas, avenidas, parques e praças públicas de cidades brasileiras é uma prática que pouco valoriza a riqueza da flora tropical. Isso se deve ao grande desconhecimento de nossas espécies. Acredita-se que mais de 80% das árvores cultivadas nas ruas das cidades brasileiras sejam de flora exótica (LORENZI, 1992). Das espécies nativas, apenas ipê, sibipiruna, oiti e coqueiro-jerivá têm sido plantados em nossas cidades.



Figura 2. Praça Castro Leal, imagem da *Pachira aquatica* adulta ultrapassando a fiação, envolvendo o topo do poste por completo. Alagoinhas, Bahia (Brasil).

Fonte: acervo pessoal de Wilma Santos Silva, 2018.

Para completar a análise comparativa foram consideradas informações contidas também em outros quatro documentos técnicos de arborização urbana de capitais brasileiras. São eles: Manuais Técnicos de Arborização Urbana de Salvador (PREFEITURA DE SALVADOR, 2017), com espécies nativas da Mata Atlântica que abrange Alagoinhas, e de São Paulo (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015); o Plano Municipal de Arborização Urbana de Aracaju (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU, 2014); e o Guia de Arborização Urbana elaborado por uma megacorporação do setor de energia (COELBA, 2002).

3 I ESPÉCIES NATIVAS PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL URBANA

A seleção de plantas nativas da Mata Atlântica adequadas para arborização urbana contribui para o controle do uso de espécies exóticas e valoriza a flora brasileira na restauração de ambientes degradados. Este é um princípio baseado na proteção de ambientes naturais e restauração de áreas para unidades de conservação (UC) urbanas.

A partir das 299 espécies de 72 famílias nativas de estudos florísticos anteriores em Alagoinhas, foi possível elaborar a proposta de um *checklist* com 66 espécies de 25 famílias para arborização e restauração ambiental urbana em cidades de abrangência do bioma Mata Atlântica. A maior parte das espécies selecionadas é de ampla distribuição entre os principais domínios fitofisionômicos brasileiros e seus variados tipos de vegetação. A família Fabaceae apresentou maior diversidade regional de espécies que se adequam para uso na requalificação de centros urbanos como Alagoinhas. Seguida de longe pelas famílias Bignoniaceae e Myrtaceae (Tabela 2).

Constam ainda nomes científico e vernacular, domínio fitogeográfico e tipos de vegetação (REFLORA, 2020). A categorização (classes) refere-se a plantas amplamente difundidas (AD) por características desejáveis; não levantadas (NL) em Alagoinhas, mas utilizadas e do mesmo ambiente de origem (tipo de vegetação); e espécies da flora local (FL) não utilizadas com frequência ou ainda não plantadas, mas com qualidades para plantios futuros. Foram excluídas espécies que necessitam de poda constante, apresentam desrama natural excessiva, sistema radicular superficial, presença de sapopembas, baixa resistência ao ataque de organismos xilófagos, presença de espinhos, frutos grandes, espécies exóticas, espécies consideradas invasoras, e que por outras razões são incompatíveis com o calçamento, conforme Vaz (2014) e COELBA (2002).

Plantando-se árvores de espécies nativas da Mata Atlântica, com seus polinizadores e dispersores de sementes e inimigos naturais para controle de possíveis pragas, valoriza-se o patrimônio genético natural regional (PREFEITURA DE SALVADOR, 2017).

Famílias	Nome Científico	Classes	Nome popular	Porte	Domínio	Tipo de Vegetação
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	AD	Aroeira branca	M, G	MA, CR, PT, PM	AA
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	FL	Tapiriri	M	Amplio	AA, MC, FES, FOD, FTF, R
	<i>Schinus terebinthifolia</i> var. <i>acutifolia</i> Engl.	AD	Aroeira vermelha	G	MA, CR, PM	AA, FES, FOD, FOM, MC, R
Annonaceae	<i>Annona salzmannii</i> A. DC.	FL	Araticum		MA	FOD
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	FL	Pimenta-de-macaco	P	AM, CR	FED, SA
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i> L.	FL	Trepadeira	P	MA, AM, CR	AA, CV, FI, FOD, SA, R
	<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	AD	Janaúba	M, G	MA	FED
	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	FL	Pau-de-leite	P	AM, CA, CR	MC
	<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	FL	Banana-de-papagaio	M, G	AM	FTF, FV
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire <i>et al.</i>	NL	Matataúba	G	MA, AM, CR, CA, PT	FES, FOD, FTF, MC
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	FL	Dendezeiro	G	MA	AA, FOD
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	FL	Jerivá	G	MA, CR, PM	AA, FES, FOD, FOM, FED, MC, CA, CV, VAR
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	FL	Ipê roxo	G	MA, CR	FES, FOD
	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	FL	Caraíba	G	MA, AM, CR, CA	SAR
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. Grose	FL	Ipê amarelo	G	MA, AM, CR, CA, PT	FOD, FOM, FTF, FEP
	<i>Handroanthus</i> sp.	FL	-	G	MA, AM, CR, CA, PT	AA, FES, FOD, FOM, FED, FTF, R
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore	FL	Craibeira	M, G	MA, AM, CR, CA, PT	AA, FOD, FED
	<i>Tabebuia</i> sp.	FL	Pau d'arco	G	MA, CR	AA
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	NL	Baba-de-boi	P, M	MA, CR, CA	FOD
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	NL	Urucum	P	MA, AM, CR	FES, FOD, MC, R
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.	FL	Amescla	G	MA, AM, CR, CA	FOD, FTF, MC, R
Clusiaceae	<i>Clusia nemorosa</i> G. Mey	FL	Mangue bravo	M	MA, AM, CR, CA	FES, FOD, MC, R
Chrysobalanaceae	<i>Licania littoralis</i> Warm.	NL	Birro	M, G	MA	FOD, R
	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Frisch.	NL	Oiti	M, G	MA	FOD, R
	<i>Licania</i> sp.	FL	-	M, G	MA	FES, FOD
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum nitidum</i> Spreng	FL	Cocão	P, M	MA	FES, FOD, R
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	AD	Biriba	P, G	MA, AM	FOD, R

Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	FL	Angico vermelho	G	MA, CR, CA	FES, FOD
	<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	AD	Angelim-da-praia	P, M	MA	FES, FOD, R
	<i>Bauhinia forcicata</i> Link	AD	Pata-de-vaca	G	MA	AA, FES, FOD, FOM
	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce. ex Benth.	FL	Sucupira	G	AM	FOM
	<i>Bowdichia virgilioides</i> (Kunth)	FL	Sucupira	G	MA, AM, CR, CA, PT	FES, MC, R
	<i>Calliandra brevipes</i> Kuntze	AD	Me-dê-um-beijo-que-te-digo	P	MA, AM, CR, CA, PM	FOD, FOM, MC
	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	AD	Chuva de ouro	M	MA, CR, CA	FES, FOD, FOM, MC
	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	FL	Sombreiro	G	MA, AM, CR, CA	FOD, FV, MC, R
	<i>Dalbergia nigra</i> Allemão ex Benth.	FL	Jacarandá da Bahia	M, G	MA	FES, FOD
	<i>Dioclea</i> sp.	FL	Coronha	G	Ampla	AA, FES, FOD, FOM, FED, FTF, FV, M, R
	<i>Inga laurina</i> Sw. Willd.	FL	Ingá mirim	G	MA, AM, CR, CA	FES, FOD, R
	<i>Inga vera</i> Willd	FL	Ingá banana	G	MA, AM, CR, PT	AA, FES, FOD, FTF, FV, MC
	<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>leiotachya</i> (Benth.) L.P. Queiroz	FL	Pau ferro	P, G	MA, CR, CA	FES, FED, FOD, MC, R
	<i>Paubrasilia echinata</i> Gagnon. H.C. Lima & G.P. Lewis	NL	Pau Brasil	P, M	MA	FES, FOD, R
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	NL	Canafístula	G	MA, CR, CA, PT	FES, FED, FOD, FOM
	<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) L.P. Queiroz	NL	Sibipiruna	M, G	MA, AM, CR, CA, PT	FED, FOD, MC, R
	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	FL	Maria preta	P	MA, AM, CR, CA, PT	AA, FES, FED, FOD, FOM, R
	<i>Senna pinheroi</i> H.S. Irwin & Barneby	FL		P	MA, CA	FOD, R
	<i>Senna phlebadenia</i> H.S. Irwin & Barneby	FL	São João	P	MA, CA	FOD, R
	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	FL	Caubi	M	MA, AM	FOD, FTF, R
<i>Swartzia</i> sp.	FL	-	P, M	MA, AM, CR, CA	FOD, FTF, MC, R	
Malpigiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	AD	Murici	G	MA, AM, CR, CA	FOD, FTF, MC, R
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	AD	Monguba	G	AM	FV
Melastomataceae	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	NL	Quaresmeira	M	MA	FES, FOD, MC
	<i>Tibouchina francavillana</i> Cogn.	NL	Quaresmeira	P	MA	FES, FOD, MC, R

Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	FL	Murta	P	MA, AM, CR, CA	FES, VAS, R
	<i>Myrcia decorticans</i> DC.	FL	-	P	MA, AM	FOD, FTF, R
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	FL	Guamarim	P	MA, AM, CR, CA	FES, FED, FOD, FOM, FTF, R
	<i>Myrcia ilheoensis</i> Kiaersk.	FL	-	P	MA, AM, CR, CA	AA, FES, FOD, FOM
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	FL	Pedra-ume-caá	P	MA, AM, CR, CA	AA, FES, FOD, FOM
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	FL	Guamirim-miúdo	P	MA, AM	FOD, FTF, R
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp.	FL	Pau-de-tamanco	M	MA, AM, CR, CA	AA, FED, FTF, R
Rhamnaceae	<i>Ziziphus platyphylla</i> Reissek	NL	Juazeiro	M	MA	FES, R
	<i>Ziziphus undulata</i> Reissek	NL	Juazeiro	M	MA	FES, MC, R
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	NL	Guaçatonga	P	Amplio	FES, FED, FOD, FOM, MC, R
Sapindaceae	<i>Sapindus saponária</i> L.	NL	Saboneteira	M	MA, AM, CR, CA	AA, FES, FOD, MC
Sapotaceae	<i>Manilkara salzmannii</i> (A. DC.) H.J. Lam	FL	Maçaranduba	P, G	MA, CA	FES, FOD, R
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	NL	Pau Paraiba	P, G	MA, AM, CR, CA	FES, FTF, FOD, MC, R
Vochysiaceae	<i>Vochysia lucida</i> C. Presl	FL	Pau-de-tucano	M	MA	MC

Tabela 2. Espécies nativas para arborização urbana de Alagoinhas, Bahia (Brasil). Porte: P (Pequeno), M (Médio), G (Grande). Classes: AD (amplamente difundida), NL (não levantada), FL (flora local). Domínio: MA (Mata Atlântica), AM (Amazônia), CR (Cerrado), CA (Caatinga), PT (Pantanal), PM (Pampa), Amplio (todos). Tipo de vegetação: FOD (Floresta Ombrófila Densa), FES (Floresta Estacional Semidecidual), FED (Floresta Estacional Decidua), FOM (Floresta Ombrófila Mista), FTF (Floresta de Terra Firme), MC (Mata Ciliar), R (restinga), M (Manguezal), AA (Área Antropizada), FV (Floresta de Várzea), CV (Campo de Várzea), CA (Campo de Altitude), VAR (Vegetação sobre afloramentos rochosos), FI (Floresta de Igapó), SA (Savana Amazônica).

Fonte: autoral, 2018.

Com a informação de manuais e guias técnicos de Arborização de cidades (Salvador, São Paulo e Aracaju) e empresa, padrões de porte dos indivíduos foram relacionados às demais informações ecológicas das espécies mais viáveis para arborização urbana. Na indicação de espécies para arborização de calçadas, alguns critérios do guia de arborização de São Paulo (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015) foram considerados pertinentes para uso nas praças de Alagoinhas. Embora ainda não utilizadas com frequência em plantios urbanos, espécies da flora local apresentam atributos que as validam para possíveis plantios futuros.

Uma arborização urbana exige planejamento, podendo ser seguidos diversos princípios no projeto, a depender do município e de como a gestão trata o assunto. A escolha das espécies, por exemplo, consiste em considerar determinados itens e ter

cautela para evitar riscos e danos ao ambiente urbano.

Dentre as informações ecológicas associadas à arborização urbana estão as espécies frutíferas. Sendo essa uma característica a ser analisada com cautela na escolha das espécies para essa finalidade. Devido à queda constante dos frutos, quando são grandes, deve-se evitar o plantio próximo às vias, bem como as espécies de frutos não silvestres (comestíveis por humanos), além de atentar para aqueles que despencam facilmente com o vento. Espécies que apresentam espinhos e propriedades tóxicas em suas folhas ou frutos também precisam ser evitadas (COELBA, 2002; PEDROTTI, 2017).

O porte da planta e o local de plantio devem ser observados quanto às características da copa e raízes. A principal restrição ao plantio em calçadas de ruas está na altura máxima da planta adulta, que não deve ultrapassar 10 metros de altura. O porte da planta pode causar interferências na rede elétrica, iluminação pública, sinais de trânsito e fachadas de estabelecimentos comerciais (LORENZI, 2009; COELBA, 2002; PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015).

A opção por plantas perenes em relação às decíduas também é uma escolha interessante, pois a queda e o acúmulo das folhas não serão frequentes, evitando entupimento de bueiros. Espécies de plantas da fitofisionomia Ombrófila Densa são geralmente perenes.

Deve-se evitar espécies de plantas com sistema radicular muito superficial e agressivo, uma vez que podem romper calçadas e prejudicar instalações subterrâneas. Uma área permeável em volta das árvores dá espaço para o desenvolvimento radicular, correta infiltração de água e aeração do solo. A priorização da diversidade genética nos projetos evita a propagação de doenças e propicia diferentes estágios fenológicos. Atentar também aquelas de crescimento muito rápido, pois apresentam madeira mais frágil e, portanto, mais suscetível à quebra (COELBA, 2002; PEDROTTI, 2017).

Em projetos paisagísticos urbanos, costumam ser utilizadas espécies exóticas em detrimento das espécies nativas brasileiras. A adequação ao tipo de clima e ao bioma onde está a cidade é fundamental para inserção da espécie nativa, pois ela pode prejudicar o equilíbrio da paisagem natural. Árvores em ambientes urbanos estarão submetidas a condições totalmente distintas daquelas em meio natural, por isso a escolha correta é crucial nesse sentido, considerando o máximo dos elementos possível (PEDROTTI, 2017).

Essas e outras especificações sobre arborização comumente são norteadas por um plano de arborização municipal, elaborado por corpo técnico especializado. Trazem recomendações para o desenho, implementação, preservação e manejo da arborização urbana. Cidades brasileiras como Salvador, São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre e Goiânia já contam com um manual técnico próprio.

Nem todas as espécies arbóreas de nossa flora são adequadas para arborização urbana (LORENZI, 2009), mas a maioria pode ser plantada em praças, parques e grandes avenidas, atendendo-se tão somente à seleção correta para evitar problemas durante a

fase de crescimento. Mesmo em circunstâncias extremas, existem muitas espécies nativas que podem ser usadas em plantios urbanos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

No município de Alagoinhas, referência para o Litoral da Bahia, não houve um programa ambiental para substituição gradual de plantas exóticas por espécies nativas com ampliação da diversidade botânica nos últimos 20 anos.

O modelo aplicado de planejamento ambiental urbano ainda é uma cópia de cenários urbanos conflitantes com nossas paisagens tropicais. As plantas mais usadas para arborização urbana continuam sendo de espécies exóticas, contrária à recomendação da literatura especializada, sem valorização da flora local como elemento pertinente na qualidade ambiental urbana.

Embora o Guia Técnico de Arborização de Alagoinhas ainda não tenha sido implementado, existe o Projeto de Lei Complementar – Lei 008/2017 que o regulamenta como um avanço promissor.

Este estudo representa um subsídio para elaboração de manuais técnicos de arborização urbana sob influência do domínio Mata Atlântica. A harmonização de áreas verdes públicas com a fitofisionomia local constitui um patrimônio-cultural de qualquer município.

As espécies de plantas nativas foram conhecidas através de pesquisas sobre a composição florística em fragmentos florestais nativos de Mata Atlântica da região e apresentam atributos que as qualificam para testes em plantios futuros. A família Fabaceae apresentou maior diversidade regional de espécies adequadas para requalificação urbana, seguida de longe por Bignoniaceae e Myrtaceae.

A partir do inventário florístico regional com 299 espécies de 72 famílias nativas do bioma foi possível elaborar um *checklist* de 66 espécies de 25 famílias, em função das características ecológicas mais adequadas para arborização e restauração inicial da biodiversidade urbana. A maior parte das espécies selecionadas é de ampla distribuição entre os principais domínios fitofisionômicos brasileiros.

Este trabalho com espécies nativas do bioma Mata Atlântica é uma proposta de restauração ambiental aliada à conservação da biodiversidade e que pode ser aplicada na escala mais ampla para um desenvolvimento urbano sustentável.

REFERÊNCIAS

ALAGOINHAS, Câmara Municipal de. **Código de arborização municipal**. Projeto de Lei de Complementar nº. 008/17. Disponível em: <http://camaradealagoinhas.ba.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/projeto-de-lei-complementar-00817.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2018.

ALCÂNTARA, T. R. de. **Levantamento Florístico da Família Myrtaceae em uma Área de Mata Ombrófila Densa (Campus II – UNEB) no Município de Alagoinhas, Bahia, Brasil**, 2015. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Alagoinhas, Bahia, 2015.

BATISTA, R. C. R. C. **O gênero *Eremanthus* Less. (Vernoniae e Asteraceae) no Litoral Norte e Agreste Baiano: uma revisão**, 2016. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Alagoinhas, Bahia, 2016.

BATISTA, S. M. R. **Refúgio de vida silvestre, uma alternativa de conservação para a biodiversidade do complexo vegetacional UNEB/EBDA**, 2009. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Alagoinhas, Bahia, 2009.

COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ESTADO DA BAHIA (COELBA). Diretoria de Gestão de Ativos. Departamento de Planejamento dos Investimentos. Unidade de Meio Ambiente. **Guia de arborização urbana**. Salvador-BA: Venture Gráfica. 2002. Disponível em: <www.ambienteporinteiro.com/news/guia-dearborizacao-urbana-coelba/>. Acesso em: 18 fev. 2018.

CORRÊA, R. S. Reabilitação ambiental: a vegetação além do paisagismo. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, n. 14, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n14.2015.16930>> Acesso em: 1 fev. 2021.

FLORA DO BRASIL – REFLORA, 2020. **Jardim botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

GOOGE EARTH PRO. **Vista Aérea da Cidade de Alagoinhas-BA**, 2018. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>. Acesso em: 24 fev. 2021.

GONÇALVES, E. S. **Tipos polínicos registrados em produtos meliponícolas de um fragmento de Mata Atlântica, Bahia – Brasil: uma revisão**, 2016. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Alagoinhas, Bahia, 2016.

JESUS, É. A. de. **Flora apícola de um fragmento de Mata Atlântica, Alagoinhas, Bahia – Brasil – Família Asteraceae Martinov – revisão**. 2016. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Alagoinhas, Bahia, 2016.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. de C. T. 2006. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Revista Formação**, nº13, p. 139 – 165. Disponível em: <http://www.aracruz.es.gov.br/arquivos/semam/Manual_de_Arborizacao_de_Aracruz.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 352 p.il., 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1ª. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 3., 384 p.il., 2009.

MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba-PR**. 1984. 130 fls. Dissertação (mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40695/D%20-%20MIGUEL%20SEREDIUK%20MILANO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 jul. 2018.

NASCIMENTO, A. M. F.; NUNES, J. N. de C.; MATOS, M. R. B. **Botânica na praça. Levantamento das plantas usadas na arborização da cidade de Alagoinhas**. XIV Seminário Estudantil de Pesquisa – PIBIC, 1995.

OLIVEIRA, Z. M. de. **Análise Fitossociológica de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa (Campus II - UNEB) no município de Alagoinhas, Bahia, Brasil**, 2017. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Alagoinhas, Bahia, 2017.

PEDROTTI, G. **20 espécies nativas para arborização urbana**. 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/880359/20-especies-nativas-para-arborizacao-urbana>. Acesso em: 12 fev. 2018.

PINHEIRO, M. A. da S. **Potencial Apícola de *Cupania Rigida* Radick (Sapindaceae) em fragmento de Mata Atlântica, Alagoinhas-BA**, 2016. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Alagoinhas, Bahia, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU. Secretaria de Meio Ambiente – SEMA **Plano Municipal de Arborização Urbana de Aracaju-SE** – PMAU. 2014. Disponível em: http://arquivo.iengenharia.org.br/site/ieadm/arquivos/plano_arborizacao_aracaju.pdf. Acesso em: 12 fev. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR. SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA - SBAU. Secretaria da Cidade Sustentável e Inovação – SECIS. **Manual técnico de arborização urbana de Salvador com espécies nativas da Mata Atlântica**. 1. ed. 1ª impressão, Salvador, 2017. Disponível em: <http://ssamataatlantica.com/wp-content/uploads/2017/09/Manual-de-Arboriza%C3%A7%C3%A3o-web.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Manual técnico de arborização urbana**. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. 2015. Disponível em: www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/MARBOURB.pdf. Acesso em: 12 fev. 2018.

SANTANA, I. do N. **Verbenaceae J. ST. Hilaire e Lamiaceae Martynov no Remanescente de Mata Atlântica no Complexo Vegetacional UNEB/EBDA**, 2016. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Alagoinhas, Bahia, 2016.

SANTOS, T. G. dos. **Levantamento Florístico de Rubiaceae Juss. em fragmento de Mata Ombrófila Densa no Município de Alagoinhas, Bahia**, 2015. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Alagoinhas, Bahia, 2015.

VAZ, G. A. dos S. **Diagnóstico e análise da florística e fitossociológica da arborização de praças no Centro de Alagoinhas-Ba**. 2014. 94f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

CAPÍTULO 16

AQUICULTURA COMO ALTERNATIVA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS LAGOSTAS PALINURIDAE LATREILLE, 1802, NO BRASIL: REVISÃO E CONSIDERAÇÕES

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 04/03/2021

André Prata Santiago

Universidade Federal do Delta do Parnaíba
- UFDPAr, Departamento de Engenharia
de Pesca, Laboratório de Biotecnologia e
Aqüicultura Marinha - BioAqua
Parnaíba-Piauí
<http://lattes.cnpq.br/4798225763912193>

Janaína de Araújo Sousa Santiago

Universidade Federal do Delta do Parnaíba
- UFDPAr, Departamento de Engenharia
de Pesca, Laboratório de Biotecnologia e
Aqüicultura Marinha - BioAqua
Parnaíba-Piauí
<http://lattes.cnpq.br/6077862213827683>

Luiz Gonzaga Alves dos Santos Filho

Universidade Federal do Delta do Parnaíba
- UFDPAr, Departamento de Engenharia
de Pesca, Laboratório de Biotecnologia e
Aqüicultura Marinha - BioAqua
Parnaíba-Piauí
<http://lattes.cnpq.br/9399215752362083>

George Satander Sá Freire

Universidade Federal do Ceará - UFC,
Departamento de Geologia, Laboratório de
Geologia Marinha e Aplicada
Fortaleza-Ceará
<http://lattes.cnpq.br/6803944360256138>

RESUMO: As espécies tropicais e subtropicais de lagostas do gênero *Panulirus* representam

um valioso recurso pesqueiro. Tendo em vista as oscilações da atividade pesqueira de lagostas, a aqüicultura apresenta-se como uma alternativa viável. Apesar da aparente oportunidade para aumento da produção da lagosta através da aqüicultura, os avanços tem sido lentos, apesar de seu alto valor. Isto se deve, principalmente, às características biológicas das lagostas que dificultam o desenvolvimento de todas as fases do seu ciclo de vida em cativeiro. Os atuais modelos de cultivo de lagostas da família Palinuridae no mundo envolvem a pesca para provimento das fases iniciais de vida nas estruturas de criação. No Brasil os primeiros passos no desenvolvimento da tecnologia de cultivo de lagostas do gênero *Panulirus* foram dados pelo professor e pesquisador Masayoshi Ogawa (Ph.D.) da Universidade Federal do Ceará, que originou-se de uma demanda apresentada por pescadores, para a manutenção de animais vivos, em gaiolas no mar, após a realização da pesca. A tecnologia desenvolvida no Brasil baseou-se em sistemas de recirculação e água parada. O cultivo de lagostas no Brasil é uma ferramenta que pode e deve ser utilizada, pois apesar da inviabilidade do cultivo larval, é possível ser feita através da captura dos *pueruli* ou pré-juvenis, os quais têm sobrevivência inferior a 10% no ambiente natural. Esta revisão apresenta pela primeira vez o termo “Palinurocultura” como definição para o ramo da maricultura que engloba o conjunto das ciências e princípios que regem a prática do cultivo de lagostas da Família Palinuridae. Acredita-se que o envolvimento de órgãos governamentais juntamente com a iniciativa privada e a participação direta dos pescadores de

comunidades locais pode alavancar o desenvolvimento das pesquisas sobre Palinurocultura, ao mesmo tempo em que colabora com a recuperação dos estoques naturais, promovendo assim a sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Aquicultura, maricultura, Palinurocultura.

AQUACULTURE AS AN ALTERNATIVE FOR THE SUSTAINABILITY OF LOBSTERS PALINURIDAE LATREILLE, 1802, IN BRAZIL: REVIEW AND CONSIDERATIONS

ABSTRACT: Tropical and subtropical species of lobsters of the genus *Panulirus* represent a valuable fishing resource. In view of the fluctuations in the fishing activity of lobsters, aquaculture is a viable alternative. Despite the apparent opportunity to increase lobster production through aquaculture, progress has been slow, despite its high value. This is mainly due to the biological characteristics of lobsters that hinder the development of all stages of their life cycle in captivity. The current models of cultivation of lobsters of the Palinuridae family in the world involve fishing to provide the early stages of life in the breeding structures. In Brazil, the first steps in the development of technology for the cultivation of lobsters of the genus *Panulirus* were taken by professor and researcher Masayoshi Ogawa (Ph.D.) at the Federal University of Ceará, which originated from a demand presented by fishermen for the maintenance of live animals, in cages at sea, after fishing. The technology developed in Brazil was based on recirculation and standing water systems. The cultivation of lobsters in Brazil is a tool that can and should be used, because despite the impossibility of larval cultivation, it is possible to do it by capturing the *pueruli* or pre-juveniles, which have less than 10% survival in the natural environment. This review presents for the first time the term “Palinuroculture” as a definition for the branch of mariculture that encompasses the set of sciences and principles that govern the practice of lobster farming in the Palinuridae Family. It is believed that the involvement of government agencies together with private initiative and the direct participation of fishermen from local communities can leverage the development of research on Palinuroculture, while collaborating with the recovery of natural stocks, thus promoting sustainability.

KEYWORDS: Aquaculture, mariculture, Palinuroculture.

1 | INTRODUÇÃO

Todas as espécies tropicais e subtropicais de lagostas do gênero *Panulirus* representam um valioso recurso pesqueiro. O fato desses animais habitarem locais relativamente rasos, juntamente com os mais variados fatores de estresse que afetam seu habitat, torna-os particularmente suscetíveis à pesca (BRIONES-FOURZÁN; LOZANO-ÁLVAREZ, 2013).

As lagostas do gênero *Panulirus* podem ser capturadas com uma ampla variedade de métodos que incluem: redes de arrasto, armadilhas, redes de emalhar - que são implantadas a partir de barcos de vários tipos e tamanhos, em cavidades ou depressões formadas no substrato na região entre-marés; também são capturadas manualmente

através de mergulho com uso de compressor, ou livre (PHILLIPS; MELVILLE-SMITH, 2006).

A oferta mundial de lagostas espinhosas é limitada em relação à demanda. No entanto, o aumento da produção no futuro próximo é improvável devido à intensa pressão da pesca, que captura uma grande proporção do estoque disponível, dificultando sua reposição natural (KITAKA, 2000).

O ciclo de vida das lagostas consiste em duas fases principais: a fase larval planctônica chamada filosoma, mais longa, que se desenvolve na água oceânica, e uma fase bentônica que começa com pós-larvas natantes, os *pueruli*, e vai até a fase adulta que tem capacidade reprodutiva (BRIONES-FOURZÁN; LOZANO-ÁLVAREZ, 2013).

Tendo em vista o declínio da atividade pesqueira das lagostas, a aquicultura apresenta-se como uma alternativa viável, porém, o grande impedimento para o desenvolvimento da atividade é o fornecimento de larvas, as quais devem ser oriundas de cultivo para a sustentabilidade da atividade. Uma vez desenvolvidas as técnicas de larvicultura, a produção deve ser capaz de fornecer um grande número de juvenis para os sistemas de engorda (KITAKA, 2000).

A captura de *pueruli* e/ou pré-juvenis para cultivo em cativeiro, seria uma alternativa aos problemas sofridos pela pesca (KITAKA; BOOTH, 2000; MILLER; OHS; CRESWELL, 2013), pois estes animais, quando próximos ao tamanho comercial, poderiam ser devolvidos ao ambiente em áreas pré-determinadas para realização da reprodução no ambiente natural. Esta alternativa mostra viabilidade porque estudos estimam mortalidades dos *pueruli* superiores a 90% devido, principalmente, à predação (BUTLER; HERRNKIND, 2000).

A aquicultura hoje é uma indústria global. Essa atividade é tão legítima quanto a criação de gado feita em terra. Em diversos países, o advento da aquicultura intensiva destacou deficiências relacionadas principalmente à legislação (BLACK, 2008).

A aquicultura é uma ciência agrária, e como tal está incluída na discussão sobre a sustentabilidade. Cada indústria parece promover a «sustentabilidade» por diferentes meios. Assim, o termo “sustentável” de forma simples, significa um método de coletar ou utilizar um recurso de maneira que este não se esgote ou fique permanentemente degradado (PARKER, 2012a).

Apesar da variedade de recursos pesqueiros, é pequena a abundância destes no litoral brasileiro, e observa-se que é cada vez menor a quantidade de pescado capturado, uma vez que grande parte das capturas é oriunda da pesca artesanal. A exploração da lagosta é uma importante atividade econômica, principalmente na região Nordeste do Brasil. Isto porque sendo um recurso de elevado valor comercial, incrementa renda nas comunidades litorâneas, que hoje praticamente estão alijadas da pesca devido a sua baixa produção.

É necessária a busca de opções que venham a minimizar o prejuízo causado às comunidades que pescam lagosta devido ao manejo equivocado da atividade, buscando

formas para incrementar a produção de forma sustentável.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo propor, com base na literatura científica, a aquicultura como uma alternativa para sustentabilidade das lagostas do gênero *Panulirus White*, 1847, no Brasil.

2 | AQUICULTURA

Em 1980, a produção aquícola representava 9% dos recursos da pesca; em 2010, aumentou para 43%, e acredita-se que essa produção duplicará nos próximos 25 anos. A FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) tem dado grande incentivo à aquicultura, por ser uma importante fonte de renda e emprego, e também devido à sua grande contribuição para a segurança alimentar e o desenvolvimento de muitos países (LÓPEZ-BAREA et al., 2012).

A aquicultura é praticada há milênios. Suas origens parecem estar enraizadas na China, talvez já em 2.000 a.C. O primeiro registro escrito conhecido descrevendo a aquicultura e seus benefícios foi um manual em chinês escrito por Fan Li em 460 a.C. Os japoneses supostamente começaram a cultivar ostras, há aproximadamente 3.000 anos, e pictogramas dos túmulos dos faraós do Egito, mostram pessoas que pescam tilápia, no que parecem ser viveiros de cultivo (STICKNEY, 2005).

Está claro que a aquicultura começou de forma independente em várias partes do mundo, e em vários pontos ao longo da costa. A criação de peixes, crustáceos e moluscos teve início com a aquicultura dependente da pesca, ou seja, os organismos eram capturados e posteriormente cultivados, em zonas úmidas ou pequenos viveiros escavados, em povoados localizados próximos à costa. Nestas condições se originou a protoaquicultura, fase que antecedeu a aquicultura, quando técnicas rudimentares, provavelmente, evoluíram entre estas sociedades, embora as evidências sejam escassas. Um exemplo destas técnicas seria a construção de viveiros de terra, que em algumas partes do mundo foram estruturas um pouco mais elaboradas do que apenas paredes de argila construídas temporariamente, com o objetivo de reter a água e os peixes em sequência, ambos oriundos da inundação sazonal de algum rio (BEVERIDGE; LITTLE, 2002).

A aquicultura é o cultivo de organismos aquáticos que além dos peixes incluem plantas (pequenas como fitoplâncton e grandes como macroalgas e macrófitas aquáticas), moluscos (ostras, mexilhões, amêijoas, vieiras, gastrópodes marinhos, lula e polvo), crustáceos (camarões marinhos e de água doce, caranguejos, lagostas e lagostins), anfíbios (rãs) e répteis (tartarugas de água doce, crocodilos e jacarés) (HUNTINGFORD; KADRI; JOBLING, 2012).

Segundo Cavalli (2015) a aquicultura pode ser definida como a criação ou o cultivo de organismos aquáticos em condições parcial ou totalmente controladas. Segundo a FAO,

três fatores caracterizam esta atividade: (1) O organismo tem habitat predominantemente aquático em algum estágio de seu desenvolvimento; (2) A existência de manejo na produção; e (3) A criação tem um proprietário, ou seja, não é um bem coletivo.

Muitas definições de aquicultura têm sido propostas, uma definição bastante simples é a seguinte: “A aquicultura é a criação de organismos aquáticos em condições controladas ou semi-controladas”, mas pode ser resumida apenas para a agricultura realizada em ambiente aquático (STICKNEY, 2005).

A produção de matéria viva do meio aquático é fundamental para todas as atividades de aquicultura, pois esta baseia-se na manipulação do ambiente aquático natural ou artificial para a produção de espécies que são úteis ao ser humano. Portanto, envolve todos os aspectos da produção de seres vivos na água (BARNABÉ, 2005a). O termo ‘aquático’ refere-se a uma variedade de ambientes aquáticos, incluindo de água doce, água salobra e marinha. “Organismos aquáticos” que são de interesse, no que diz respeito à alimentação humana, incluem uma grande variedade de plantas, invertebrados e vertebrados (STICKNEY, 2005).

Como a agricultura, a aquicultura envolve cultivo controlado, com um ou mais indivíduos donos da produção. A pesca é diferente da aquicultura, no entanto é influenciada por ela, uma vez que a pesca envolve captura e acesso público geral na produção, e a aquicultura, por sua vez, beneficia a pesca através do repovoamento de peixes e outros organismos nos rios, lagos e oceanos (PARKER, 2012b).

No cultivo terrestre não há distinção entre a cultura de plantas e criação de animais terrestres, onde as plantas e os animais cultivados podem ser manejados separadamente, mas existem diferentes restrições impostas pelas características da espécie a ser cultivada. Comparativamente, na aquicultura, o crescimento de peixes em altas densidades tem todas as características da criação de animais terrestres, enquanto o cultivo de mexilhões ou de ostras depende mais das condições sazonais naturais, sendo mais similar às culturas de plantas terrestres (BARNABÉ, 2005a).

A evolução acelerada da aquicultura deve ser feita de forma ecológica, sendo muito mais que um exercício simples de tecnologia - é um exercício ambiental multi e interdisciplinar e multi-institucional. Milhões de pessoas cujas vidas dependem dos recursos marinhos através da pesca e as que dependem da agricultura necessitam da concepção de um sistema planejado para incluí-las, e assegurar o seu futuro. Alterações comportamentais são necessárias, podendo ser realizadas através de investimentos sociais, subsídios estratégicos e mecanismos de mercado que facilitem a mudança na atitude dos consumidores (COSTA-PIERCE, 2002).

3 | SUSTENTABILIDADE E AQUICULTURA

A sustentabilidade tem significados diferentes para pessoas distintas. Por exemplo,

algumas acreditam que qualquer sistema de produção de alimentos que depende de recursos não renováveis, como o petróleo, não é sustentável. Outras afirmam que este não é um aspecto importante da produção sustentável de alimentos, porque acreditam que fontes de energia alternativas serão encontradas. O Congresso dos Estados Unidos definiu o termo sustentável no “Food, Agriculture, and Trade Act”, em 1990, e de acordo com a sua definição, existem sete características principais para um sistema de produção de alimentos ser sustentável (PARKER, 2012a): (1) Satisfazer as necessidades humanas para alimentar agora e no futuro; (2) Produção integrada de plantas e animais; (3) Não interferir, o máximo possível, nos processos e ciclos naturais; (4) Serem projetados especificamente para atender às condições biológicas, sociais e econômicas do local para onde são projetados; (5) Deve fornecer uma renda justa para a família produtora; (6) Proteger os recursos naturais; e (7) Melhorar a qualidade de vida para os produtores e para a sociedade como um todo.

Novas áreas de pesquisa estão surgindo, criando ligações mais estreitas entre a ciência e a produção, e entre a aquicultura e a biologia marinha experimental (STØTTRUP; MCEVOY, 2003). Para incrementar e prover sua sustentabilidade, a aquicultura utiliza diversos instrumentos para controle e aumento da produção, a fim de otimizar o uso das estruturas com intuito de melhorar a produtividade.

Para prevenção e controle de doenças de animais aquáticos, há um código denominado “Aquatic code” que serve como ferramenta e tem como objetivo garantir a segurança sanitária para o comércio internacional de animais aquáticos (peixes, moluscos e crustáceos) e seus produtos. Isto é obtido através do detalhamento das ações de sanidade a serem utilizados pelas autoridades competentes de países importadores e exportadores, para evitar a transferência de agentes patogênicos para os animais ou para os seres humanos (BERNETH, 2006).

A biotecnologia é utilizada em diferentes ramos na aquicultura. Pesquisadores usam transgênicos para introduzir características desejáveis em peixes criando assim estoques mais resistentes. Transgênicos envolvem a transferência de genes de uma espécie para outra, neste caso peixes. Outros caminhos em que a biotecnologia é aplicada para aquicultura incluem: aumento das taxas de crescimento e controle dos ciclos reprodutivos através da aplicação de hormônios, produção de novas vacinas e desenvolvimento de organismos resistentes a doenças (ARVANITOYANNIS; TSERKEZOU, 2009).

A preocupação com os impactos ambientais causados pela aquicultura é relativamente recente, e tem aumentado com a industrialização da criação de peixes, assim como tem atraído a atenção de ambientalistas, conservacionistas, entidades reguladoras e do público em geral (HUNTINGFORD; KADRI; JOBLING, 2012). É cientificamente defensável que uma regulação transparente da aquicultura seja necessária para proteger o meio ambiente, garantir o fornecimento de serviços ambientais para todos os usuários, e promover a adoção das melhores práticas ambientais (BLACK, 2008). Contudo, é preciso

um equilíbrio entre a pressão do desenvolvimento e a conservação dos ecossistemas, como o manguezal, para crescimento da aquicultura sustentável, num quadro de conservação e aplicação de gestão (FITZGERALD-Jr., 2002).

De acordo com PARKER (2012a) um sistema sustentável de aquicultura precisa cumprir os seguintes requisitos: (1) Deve servir como base de dados para a ciência, para determinação de novos caminhos; (2) Seguir os princípios do mercado; (3) Aumentar a rentabilidade e redução dos riscos; (4) Satisfazer a necessidade humana por alimentos seguros e nutritivos; (5) Conservar e buscar fontes de energia; (6) Cultivar mantendo a saúde do solo; (7) Conservar e proteger os recursos hídricos; (8) Reciclar ou gerenciar os resíduos produzidos; (9) Selecionar os animais e cultivos apropriados para o ambiente e os recursos disponíveis; (10) Controlar pragas com o mínimo impacto ambiental; (11) Apoiar as comunidades para que elas se desenvolvam; e (12) Promover a responsabilidade social e ambiental.

Práticas promissoras na aquicultura para a intensificação sustentável, tais como, modernos sistemas de policultivo, cultivos em gaiolas e sistemas utilizando raceway com descarga zero de efluentes, provavelmente trará um aumento importante na produção. Embora estes sistemas também resultem em um aumento dos custos operacionais e de capital, em relação aos sistemas de aquicultura convencionais, eles são mais aptos para obtenção de uma maior produtividade através da intensificação, considerando-se a área utilizada para o projeto (EDWARDS, 2015).

O ambiente aquático é provavelmente mais ameaçado pelas atividades humanas do que qualquer outro. É bem conhecido e aceito que muitos resíduos são, no final, carreados para o mar. A situação no Mar Mediterrâneo e no Mar Báltico, mares fechados, já é crítica, tendo em vista o acúmulo de resíduos. Mas, as atividades aquícolas marinhas como o cultivo do salmão, por exemplo, estão interferindo positivamente na pesca, provendo sustentabilidade. Os centros de incubação têm contribuído significativamente com a pesca de salmão na região do Alasca e do Canadá através da produção em cativeiro (BARNABÉ, 2005b).

Independentemente da forma de como a aquicultura é comparada a outras atividades que causam impactos negativos, o seu próprio desenvolvimento será prejudicado se as tecnologias adotadas degradarem o meio ambiente, como foi demonstrado no colapso de fazendas de camarão ou de tilápia em muitos países. A qualidade da água raramente pode ser mantida de forma viável em fazendas comerciais, se as fontes naturais estiverem poluídas e a integridade ambiental da área não for mantida (PILLAY; KUTTY, 2005), sendo indispensável que a aquicultura auxilie na preservação ambiental, para sua própria sobrevivência.

Tecnologias sustentáveis para aquicultura que atualmente recebem considerável interesse são: sistemas de recirculação, aquaponia, e aquicultura em sistema multitrófico integrado (ASMI) no mar e em terra. Estas tecnologias são capazes de contribuir

significativamente para o fornecimento global de pescado no futuro (EDWARDS, 2015), provendo a sustentabilidade nos ecossistemas marinhos.

Apenas uma pequena proporção da produção aquícola mundial (4,6%) é atualmente certificada. A abordagem agora exemplificada pelo Conselho de Gestão da Aquicultura (ASC), tem sido o desenvolvimento de espécies com padrões específicos para cada um dos 13 grupos de organismos com maior demanda nos mercados globais de exportação. Estes respondem por 41,6% da produção mundial na aquicultura, em peso, o que deixa 58,4% não cobertos e, portanto, sem certificação. A introdução recente de multiespécies genéricas padrões por dois concorrentes do ASC, o Conselho de Certificação da Aquicultura (ACC) e a Organização de Boas Práticas Agrícolas (GLOBALG. A.P.), ampliou o potencial de volume certificado, para uma capacidade de 73,5% da produção global (BUSH et al., 2013).

4 I AQUICULTURA DE LAGOSTAS DA FAMÍLIA PALINURIDAE NO MUNDO

No ano de 2018, 86 países realizaram a captura comercial de lagostas da família Palinuridae, para uma produção total de 81.774,64 t. A produção pesqueira vem apresentando oscilações nas últimas décadas, e não tem perspectiva de aumento. Os seis maiores produtores representaram mais de 50% do total de lagostas capturadas em 2018, sendo eles: Austrália com 11.471 t, Brasil com 7.300 t, Indonésia que produziu 6.933,64 t, Honduras 6.101 t, Bahamas com 5.824 t e em sexto lugar Nigéria com 5.570 t (FAO, 2020a).

Já com relação à aquicultura, em 2018, somente oito países apresentaram produção comercial de lagostas palinuridae, sendo o maior produtor o Vietnã com 1.100 t, seguido por Indonésia com 556 t, Singapura com 57,76 t, Sri Lanka 19 t, Malásia 10,36 t, Filipinas com 8,9 t, Bahamas 6,84 t e Ilhas Virgens Britânicas com aproximadamente uma tonelada de peso vivo. Juntos estes países tiveram um faturamento de US\$ 48.845.510, para uma produção conjunta de 1.759,86 t, ou seja, um valor médio em torno de US\$ 27,76 kg⁻¹ (FAO, 2020b).

Apesar da aparente oportunidade para aumento da produção da lagosta através da aquicultura, os avanços são lentos, não obstante seu alto valor. Isto se deve, principalmente, às características biológicas das lagostas que dificultam o desenvolvimento de todas as fases do ciclo de vida dos animais em cativeiro (JEFFS, 2010).

4.1 Cultivo da fase larval – filosomas

De acordo com Kittaka (1994a, b), filosomas podem ser cultivados em água parada ou em sistema de recirculação, e individualmente ou em grupo, por não apresentarem canibalismo.

Hughes, Shleser e Tchobanoglous (1974) desenvolveram um sistema de cultivo larval (figura 1), modificado por Inoue (1978), que projetou um tanque circular com suprimento constante de água e pequenos furos no fundo para criar correntes de 2-4 cm s⁻¹, sendo

cultivado um único filossoma de *Panulirus japonicus* até 11° estágio neste tipo de tanque.



Figura 1 - Sistema de cultivo larval desenvolvido por Hughes, Shleser e Tchobanoglous (1974): (A) Vista geral do tanque de cultivo larval utilizado no sistema; (B) Bancada com vários tanques de cultivo de larvas; e (C) Tanque de cultivo, em funcionamento, mostrando as larvas e o alimentador automático.

Fonte: Adaptado de AIKEN; WADDY (1995).

Kittaka (1988) obteve sucesso no cultivo de filossomas, aproveitando o sistema desenvolvido por Hughes Shleser e Tchobanoglous (1974), realizando várias modificações, tornando-o um sistema de circulação fechada, no qual, foi possível incluir o cultivo de microalgas, ou seja, combinou-se tanque de cultivo de filossomas e de microalgas no mesmo sistema (figura 2) (KITAKA, 1994a, b).

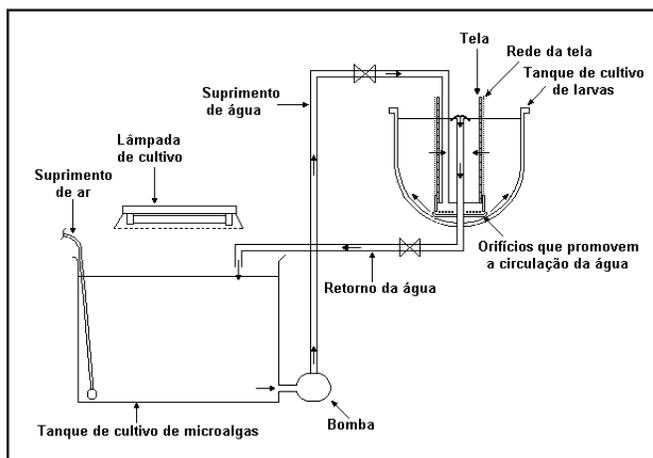


Figura 2- Desenho esquemático de sistema para cultivo de larvas de lagosta espinhosa, composto por um tanque de cultivo de microalgas e um tanque de cultivo de filossomas.

Fonte: Adaptado de KITAKA (1994b).

Normalmente inocula-se em torno de 60 a 70 milhões de células mL⁻¹ de microalgas, cerca de 5 a 10% do total da água de cultivo, na nova água preparada para o cultivo de filosomas (KITAKA, 1988).

Kittaka (1994b), utilizou tanques com capacidade de 16, 30 e 100 L para cultivo de filosomas. Os tanques de 16 L com fundo côncavo foram feitos de vidro, ao passo que os tanques de 30 e 100 L possuíam o fundo plano e foram confeccionados em plástico transparente para permitir a observação dos filosomas. Este formato foi utilizado para cultivo com pequeno número de larvas, particularmente para os estágios mais avançados. Posteriormente, foi utilizado para o cultivo do 1^o instar em grande densidade. A velocidade da corrente do tanque foi em torno de 5 cm s⁻¹ no fundo e aproximadamente 3 cm s⁻¹ na superfície. A tela de proteção para a drenagem da água tinha uma malha para evitar a saída dos filosomas e dos náuplios de *Artemia* do tanque de cultivo. A malha da tela precisava ser substituída a cada 2 ou 3 semanas para ser limpa (figura 2). Kittaka (1997) projetou um sistema, semelhante a este, que possuía um tanque de cultivo de microalgas, mas com 2 tanques de cultivo de filosomas (figura 3).

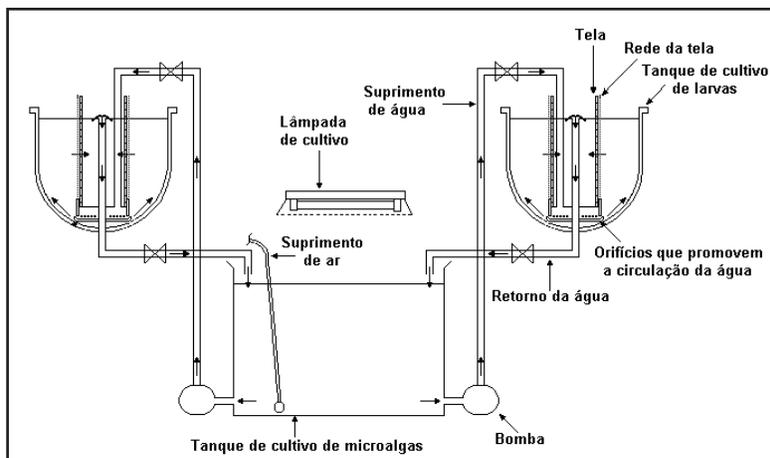


Figura 3- Desenho esquemático de sistema para cultivo de larvas de lagosta espinhosa, composto por um tanque de cultivo de microalgas e dois tanques de cultivo de filosomas.

Fonte: Adaptado de KITAKA (1997).

A desvantagem do sistema de recirculação é a ocorrência de ferimentos nos indivíduos danificando os pereiópodos, causado pelo emaranhamento das larvas na tela do tanque de cultivo larval entre os estágios de desenvolvimento do filosoma. Os danos nestes apêndices são menos severos nos primeiros estágios, e o tamanho relativo do filosoma e do tanque de cultivo é considerado fator importante. Quando tanques de cultivo em larga escala foram utilizados, o problema dos ferimentos nos pereiópodos foi

sanado (KITAKA, 1994b).

Sekine et al. (2000) cultivaram filosomas de *P. japonicus* em tanques de 1, 5, 40, 80, 150 L com água parada. Já Matsuda e Yamakawa (2000) cultivaram filosomas de *Panulirus longipes* utilizando recipientes com capacidade de 120 mL para o cultivo individual, inicialmente, e após o 100º dia de cultivo foram utilizados recipientes com capacidade de 400 mL. Para o cultivo em massa foram utilizados tanques circulares com capacidade de 1,4 L, nos instars iniciais, e posteriormente transferidos para tanques de acrílico com capacidade de 40 L em sistema de recirculação.

Ritar (2001) realizou cultivo de filosomas de *Jasus edwardsii* em um sistema de circulação constante com o tanque de cultivo tendo capacidade de 35 L (figura 4).

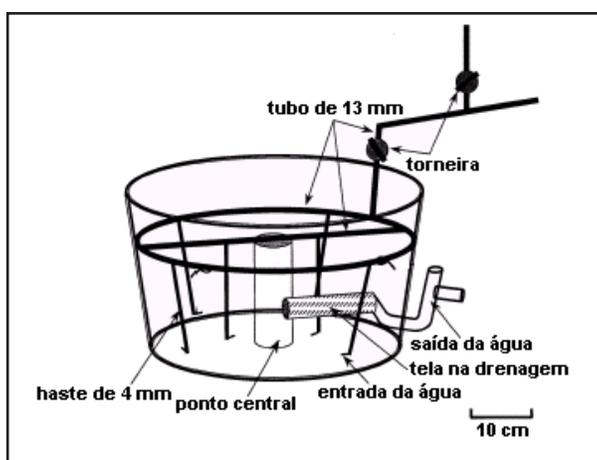


Figura 4- Desenho esquemático de tanque com circulação constante utilizado no cultivo de filosomas da espécie *Jasus edwardsii*.

Fonte: Adaptado de RITAR (2001).

A temperatura da água é facilmente controlada em tanques com sistema de recirculação (SAISHO, 1966). Entretanto, se a velocidade da água recirculada é aumentada, um transbordamento da água (*overflow*) pode ocorrer devido a um entupimento na tela de drenagem. Inversamente, se a taxa de circulação é reduzida, ocorre uma deterioração das condições do fundo do tanque devido a um acúmulo de restos de alimentos e fezes (KITAKA, 1994b).

Matsuda e Takenouchi (2005) cultivaram filosomas da espécie *P. japonicus* em tanques feitos de resina acrílica transparente, com fundo elíptico e raso (85 cm de comprimento, 60 cm de largura, e 15 cm de profundidade), com capacidade de 40 L (figura 5). O fundo dos tanques é côncavo, tendo cantos suavemente curvados concebidos para evitar a agregação excessiva de filosomas e uma área plana de 1.500 cm² no centro.

A profundidade rasa permitiu que os filosomas fossem bem observados, possibilitando a remoção imediata de restos de comida e ecdises. Os tanques foram abastecidos com água do mar através de dois tubos de PVC, com 12 mm de diâmetro, com registros em cada saída do tubo, e o fluxo de água foi de 60-70 L h⁻¹. A água entrava de forma controlada criando uma corrente moderada nos tanques. A drenagem foi feita através de uma tubulação de 50 mm de diâmetro de PVC montada no centro do tanque e equipada com filtros duplos. Os filtros foram construídos em armações de PVC em torno do qual as telas de nylon foram colocadas (o exterior do filtro com tela de malha de 3 mm, e o interior com malha de 0,2 mm); o filtro externo impedia a passagem dos filosomas, e o interno a saída de *Artemia*, alimento utilizado no cultivo.

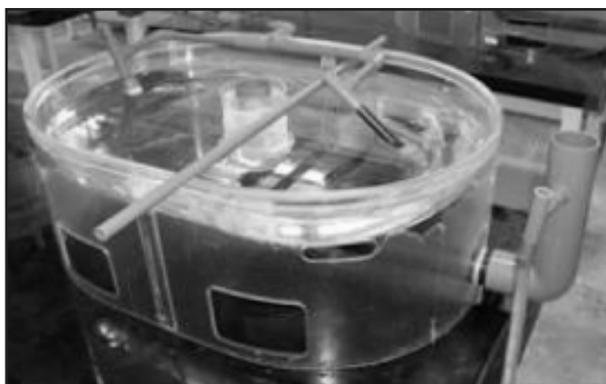


Figura 5- Tanque com circulação constante utilizado no cultivo de filosomas da espécie *Panulirus japonicus*.

Fonte: MATSUDA; TAKENOUCI (2005).

Segundo Murakami, Jinbo e Hamasaki (2007), a abordagem básica para o desenvolvimento de um tanque de cultivo de filosomas, é a construção de um sistema que leve em consideração a forma do corpo da espécie e o comportamento de alimentação, permitindo nutrição eficiente e impedindo que o filosoma venha a danificar seus pereiópodos e outros apêndices do corpo. Em particular, é necessário diminuir o manuseio dos filosomas imediatamente após a ecdise. Um tanque com um fundo esférico, que Nonaka e Inoue já haviam projetado na década de 1960, tinha sido indicado por ser eficaz na diminuição do manejo, e melhor dispersão das larvas. Portanto, Murakami, Jinbo e Hamasaki (2007) modificaram este projeto, para criar um tanque de circulação contínua com 600 mm de diâmetro, 500 mm de altura e capacidade de 50 L (figura 6).

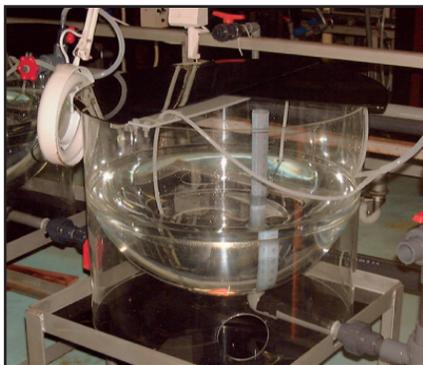


Figura 6- Tanque hemisférico de acrílico utilizado no cultivo de filosomas da espécie *Panulirus japonicus*.

Fonte: MURAKAMI; JINBO; HAMASAKI (2007).

As pesquisas continuaram com utilização do tanque hemisférico (figura 6). Assim, tornou-se possível cultivar um maior número de filosomas da eclosão até *puerulus*, embora os resultados de cultivo ainda mostrassem instabilidade. Em 2000, começou a ser desenvolvido um sistema de cultivo rotativo vertical (*VRR System*) com 300 mm de largura, 600 mm de diâmetro, e capacidade de 70 L, que objetivava manter filosomas e alimento sempre na coluna d'água (figura 7) (MURAKAMI; JINBO; HAMASAKI, 2007).



Figura 7- Sistema de cultivo rotativo vertical (*VRR System*), para cultivo de filosomas da espécie *Panulirus japonicus*.

Fonte: MURAKAMI; JINBO; HAMASAKI (2007).

Takushi Horita do aquário de Toba localizado no Japão, introduziu para o cultivo de filosomas um tanque com um sistema de ressurgência modificado (o chamado “*Kreisel*” plâncton), que originalmente foi desenvolvido por Greve em 1975 para a manutenção de animais planctônicos, como os filosomas, e produziu vários *pueruli* (figura 8) (MATSUDA; TAKENOUCI, 2007).

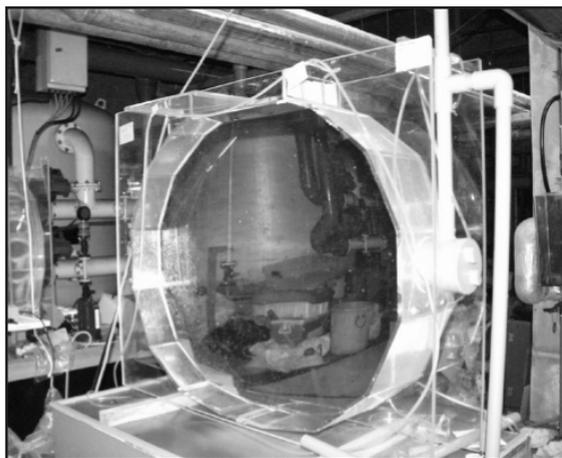


Figura 8- Tanque de cultivo para filosomas da espécie *Panulirus japonicus*, utilizado no aquário de Toba-Japão.

Fonte: MATSUDA; TAKENOUCI (2007).

Matsuda, Takenouchi e Goldstein (2006) cultivaram filosomas da espécie *Panulirus penicillatus*, com densidade inicial de 12,5 filosomas L⁻¹, em tanque de acrílico com capacidade de 40 L e fluxo contínuo, com velocidade de 20-60 L h⁻¹, até o estágio pós-larval de *puerulus*.

Goldstein et al. (2008) realizaram o cultivo de filosomas da espécie *Panulirus argus* em sistema semelhante ao utilizado por Matsuda, Takenouchi e Goldstein (2006) para o cultivo de *P. penicillatus*, isto é, tanque de acrílico com capacidade de 40 L, mas com fluxo mais elevado e maior densidade. O fluxo também era contínuo, e tinha velocidade de 60-90 L h⁻¹, já a densidade inicial foi de 13,75 filosomas L⁻¹. Os filosomas também foram cultivados até o estágio pós-larval de *puerulus*.

4.2 Cultivo da fase de engorda

Vários países como Austrália, Nova Zelândia, Índia, Vietnã, Cuba, Cingapura, África do Sul, Bahamas, Malásia, México, Ilhas Turcas e Caicos, Namíbia, Filipinas, EUA, Indonésia, Ilhas Virgens Britânicas e Nova Caledônia, desenvolvem pesquisas para realizar o cultivo de lagostas a partir da captura dos *pueruli* ou juvenis (PHILLIPS et al., 2013). Dos

maiores produtores através da pesca, somente a Indonésia e Bahamas produzem lagosta, comercialmente, através da aquicultura (FAO, 2020a, b).

A Austrália investe em pesquisas para produção de lagostas em cativeiro, principalmente, da espécie *Panulirus ornatus*, para definir potencialidades e sustentabilidade em regiões do seu litoral, buscando evitar problemas já ocorridos em cultivos de outros países (KENWAY et al., 2009).

Pesquisas foram realizadas, do período de 2000 a 2008, para caracterização da fase de engorda da espécie *P. ornatus* na Austrália (JONES; SHANKS, 2009), listando-se:

- a. Lagostas: nos experimentos foram utilizados juvenis com tamanho próximo ao comercial, capturados pela atividade da pesca comercial ou coletados manualmente pela equipe de pesquisadores. O peso mínimo legal de *P. ornatus* para pesca local foi de aproximadamente 600 g, e tais lagostas pré-adultas são bem adequadas à experimentação aplicada para o seu crescimento até o peso mínimo de mercado aceitável (1 kg). Os pós-*pueruli* e juvenis menores utilizados na pesquisa também não foram oriundos de cultivo, mas, capturados no ambiente.
- b. Cultivo: uma variedade de tanques foi utilizada, dependendo da natureza dos tratamentos e tamanho de lagostas utilizadas. Sistemas de recirculação foram empregados onde eram monitoradas as características de qualidade da água, por exemplo, temperatura e salinidade. Em todos os outros casos, água limpa do mar filtrada foi fornecida através de fluxo contínuo. Para experimentos com juvenis, com período inferior a 100 dias, os tanques eram pequenos, menores que 1 m², enquanto para experimentos com lagostas maiores, ou com períodos mais longos, um sistema com tanques maiores foi utilizado (tanques de aproximadamente 2 m²). Os cultivos apresentaram canibalismo e, devido a isso, foram instalados abrigos nos tanques para atenuar este comportamento (figura 9). Testes de densidade foram realizados utilizando-se de 14 a 43 lagostas m⁻², em tanques de fibra com capacidade de 4.000 L, com formato tipo raceway e fluxo contínuo (figura 9).
- c. Alimentação: dietas foram formuladas e testadas, sendo que a dieta padrão utilizada foi ração peletizada para camarão que foi ministrada diariamente *ad libitum*, suplementadas com peixe fresco, crustáceos e moluscos frescos, ofertados de uma a duas vezes por semana.
- d. Perspectivas futuras: Experimentos de engorda de lagostas a partir de 600 g até 1 kg, que estão prontamente disponíveis a partir da pesca, proporcionam uma oportunidade para determinar a adequação de vários sistemas de cultivo, como viveiros de camarão, pois tem viabilidade comercial imediata e exigirá o desenvolvimento de pouca tecnologia. Estudos devem continuar sendo realizados para determinar a viabilidade do cultivo destas espécies em gaiolas no mar, no litoral australiano.



Figura 9- Modelo de experimento realizado: (A) Tanques para engorda com altas densidades, até 43 indivíduos m^{-2} ; e (B) Detalhe dos juvenis de *Panulirus ornatus* cultivados e abrigos de coloração escura.

Fonte: JONES; SHANKS (2009).

O cultivo de lagostas no Vietnã é realizado com as espécies *Panulirus ornatus*, *P. homarus* e *P. stimpsoni*, devido ao crescimento rápido, coloração atrativa, tamanho e alto valor. A espécie *P. longipes* também é cultivada, mas em menores quantidades (HUNG; TUAN, 2009). Descrição do cultivo:

- a. Lagostas: o cultivo é realizado com juvenis que são capturados principalmente com redes de cerco, armadilhas e por mergulhadores. Juvenis com comprimento de 1-15 cm são capturados, sendo o tamanho de 4-6 cm preferido para o cultivo.
- b. Cultivo: as gaiolas são projetadas de várias maneiras, dependendo das características da área de cultivo e da situação financeira dos pescadores. As gaiolas flutuantes são normalmente localizadas em águas com profundidade de 10-20 m (figura 10). As gaiolas fixas tem estrutura de madeira resistente, com área de fundo de normalmente 20-40 m^2 , mas podem chegar a 200-400 m^2 . As gaiolas submersas possuem formato quadrado ou retangular com uma área que normalmente varia entre 1-16 m^2 e altura de 1,0-1,5 m.
- c. Alimentação: as lagostas são alimentadas, exclusivamente, com alimento fresco, pedaços de peixes, crustáceos e moluscos. As lagostas menores são alimentadas 3-4 vezes dia-1, os peixes são picados e as conchas dos moluscos retiradas. Para lagostas maiores (>400 g) a alimentação é de 1-2 vezes dia-1, e não há necessidade de cortar o peixe e retirar as conchas dos moluscos. A intensidade de alimentação das lagostas aumenta, consideravelmente, pouco

antes da ecdise. Nos últimos meses do ciclo de cultivo, a quantidade de moluscos e crustáceos é aumentada, enquanto a quantidade de peixe é diminuída.

- d. Perspectivas futuras: o rendimento máximo sustentável dos *pueruli* e juvenis de lagosta deve ser determinado para fins de gestão, até que a produção larval de lagosta em cativeiro seja viável comercialmente. A sustentabilidade dos *pueruli* e juvenis de lagosta sendo capturadas para a aquicultura, fase de engorda, deve ser avaliada com base em impactos técnicos, econômicos e ambientais.



Figura 10- Características do cultivo de lagostas realizado na província de Khanh Hoa, Vietnã: (A) Gaiolas flutuantes; (B) Gaiolas fixas, com estrutura de madeira; e (C) Peixes e crustáceos utilizados para alimentar as lagostas.

Fonte: Adaptado de HUNG; TUAN (2009).

Na Indonésia, as lagostas também são cultivadas a partir de juvenis capturados do ambiente. Duas espécies de lagosta são predominantes: *P. ornatus* e *P. homarus* que são as mais abundantes, e, em menor quantidade, *P. versicolor* e *P. longipes*. As espécies *P. homarus* e *P. ornatus* são as de maior valor para comercialização. Algumas características dos cultivos (SARIFIN, 2009):

- a. Lagostas: o método de captura dos animais para cultivo é muito variado e podem ser capturados desde *puerulus* até juvenil de maior tamanho. Os *pueruli* são capturados como subproduto de armadilhas utilizadas para captura de peixes. Há também o uso de coletores, onde os materiais mais comumente utilizados na confecção desses apetrechos são embalagens de sacos de arroz ou lona. Para os juvenis não parece haver qualquer método de captura, eles são capturados, principalmente, como um subproduto da pesca de peixes. Alguns juvenis também são observados nos flutuadores e gaiolas, e são coletados quando encontrados, podendo ser capturados também com coletores. Os juvenis são coletados em menor número, mas são preferidos para o cultivo porque são mais resistentes (figura 11).
- b. Cultivo: a mortalidade durante a fase pós-*puerulus* é muito alta, 50-60%, atribuída, principalmente, ao canibalismo. A taxa de sobrevivência de lagostas na

fase juvenil é de 60-90%. A fase de engorda envolve classificação periódica, geralmente em três fases: uma fase de berçário, de pós-*puerulus* até 2 cm de comprimento total; uma fase juvenil, a partir de 2 cm de comprimento total até 50-100 g; e uma fase de engorda, para o tamanho do mercado que varia de 200-300 g para *P. homarus* e 300-500 g para *P. ornatus*. A fase inicial de cultivo é realizada em gaiolas com 3,5 m³, com 28 *pueruli* m⁻³, na intermediária os juvenis são cultivados em gaiolas de 9 m³, em densidade de até 20 juvenis m⁻³ e na última fase de cultivo, engorda, as lagostas são colocados em gaiolas maiores com 10 indivíduos m⁻³ (figura 11).

- c. Alimentação: as lagostas são alimentadas basicamente com peixes, subprodutos de outras pescarias. O alimento é totalmente fresco, sendo cortado e ministrado, diariamente, após a atividade de pesca noturna ser concluída.
- d. Perspectivas futuras: depois de várias pesquisas sobre a atividade aquícola, com coleta dos *pueruli* e juvenis, e comercialização, é evidente que as questões mais importantes que devem ser abordadas para promover o desenvolvimento do cultivo de lagostas incluem a cadeia produtiva e mercado, avaliação do impacto ecológico da coleta de lagosta nas fases mais jovens e formas de melhorar a qualidade dos alimentos, de modo a promover um melhor crescimento, sobrevivência e aparência externa (coloração).

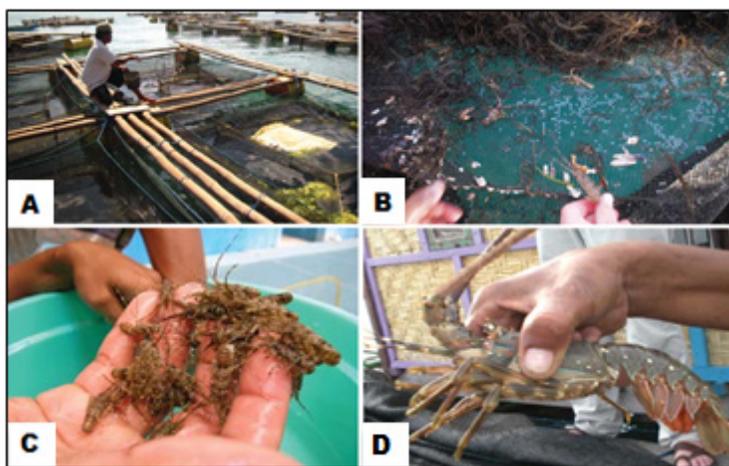


Figura 11- Cultivo de lagostas na Indonésia: (A) Balsa com gaiolas suspensas; (B) Algas colocadas nas gaiolas de lagostas juvenis para fornecer abrigo; (C) Juvenis de *Panulirus homarus*; e (D) Fêmea ovígera de *Panulirus homarus*, com 300 g.

Fonte: Adaptado de SARIFIN (2009).

Nas Filipinas o cultivo de lagosta é praticado em gaiolas flutuantes feitas de nylon.

P. ornatos, pesando de 100-300 g, são estocadas com 8 indivíduos m⁻² atingido 0,8 a 1,3 kg em 6 a 15 meses. A sobrevivência quando as lagostas são estocadas com maior tamanho é superior a 90%, enquanto quando estocadas juvenis com tamanho entre 30 a 80 g, a sobrevivência é inferior a 50%. O alimento principal é peixe de baixo valor comercial, que é obtido em US\$ 0,13 a 0,22 por kg. O preço de venda da lagosta viva varia de US\$ 21-31 kg⁻¹; portanto, um FCR (fator de conversão de ração) superior a 10 ainda pode ser rentável (RADHAKRISHNAN, 2012).

Fazendas para o cultivo de lagostas no mar demonstram ser uma oportunidade atrativa em muitos locais do Sudeste da Ásia, pois a captura dos *pueruli* e/ou pré-juvenis e engorda em cativeiro, envolve tecnologia simples, baixo investimento. Elas podem fornecer um benefício significativo para a evolução econômica e social das comunidades mais carentes destas regiões (JONES, 2010).

No geral, há boas perspectivas de futuro para a produção aquícola de lagostas para suprir a crescente demanda global por seus produtos e subprodutos, principalmente devido à restrição existente no fornecimento através da pesca (JEFFS, 2010).

5 | AQUICULTURA DE LAGOSTAS DA FAMÍLIA PALINURIDAE NO BRASIL

A exploração pesqueira da lagosta no Brasil, mais especificamente na região Nordeste, começou em meados dos anos 1950 (PAIVA, 1997; PHILLIPS; MELVILLE-SMITH, 2006), quando já era um dos maiores produtores (FAO, 2020a), mas com relação à aquicultura não há relatos de produção em todo período de levantamentos estatísticos realizados pela FAO, de 1950 a 2018 (FAO, 2020b).

No Brasil, estudos para cultivo em cativeiro são poucos, e começaram nos anos 1990, em Ponta Grossa, Icapuí-Ceará, pelo Professor **MASAYOSHI OGAWA** (Ph.D.) da Universidade Federal do Ceará, com o Projeto “Minifazenda Marinha: bioecologia de lagostas” que incluía o cultivo de várias espécies marinhas, entre elas, lagostas do gênero *Panulirus* White: *P. argus* e *P. laevicauda*.

Pescadores de lagosta da referida comunidade, procuraram o Dr. Ogawa para buscar informações sobre a possibilidade de “manter vivas” as lagostas capturadas por embarcações daquele povoado, para serem comercializadas, posteriormente, por um melhor valor, e desta forma evitar a ação de atravessadores que aproveitavam a chegada das embarcações e compravam toda produção por um valor muito inferior ao de mercado. Isto ocorria porque os pescadores, à época, não tinham estrutura de frigorífico para armazenar as lagostas, e comercializá-las posteriormente.

A partir deste momento, foi idealizado um projeto que tinha como objetivo ensinar os pescadores desde o transporte das lagostas nos barcos de pesca, para que fossem mantidas vivas em condições para serem colocadas em viveiros no mar, e também daria a eles outras opções de renda como cultivos de peixes, macroalgas e moluscos, no mar,

já prevendo o que está acontecendo atualmente, queda da produção principalmente para quem pratica a pesca artesanal.

Este projeto pioneiro, no Brasil, sofreu resistência por parte de alguns órgãos do governo, e apoio de outros, e apesar da obstinação do Dr. Ogawa, o projeto foi paralisado anos depois devido à queda da produção e a dificuldade de financiamento por agências governamentais no Brasil, classificando este projeto como inviável.

Paralelamente ao projeto na comunidade, no Laboratório de Recursos Aquáticos (LARAq) da Universidade Federal do Ceará, foram realizadas pesquisas em reprodução (figura 12) e larvicultura (figura 13), com espécies do gênero *Panulirus* que ocorrem no litoral brasileiro, em sistemas de recirculação e água parada.

Os projetos de reprodução foram realizados apenas em sistemas de recirculação, utilizando tanques de fibra com coloração azul, com capacidade de 2.000 L e área de 4 m², com um sistema de filtragem individual (figura 12).



Figura 12- Sistemas de recirculação para manutenção de reprodutores de espécies do gênero *Panulirus*.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Já os cultivos dos organismos nas fases larvais foram realizados em dois diferentes sistemas: em água parada e recirculação. Em água parada o cultivo foi realizado em aquários com capacidade de 20 L, cada, e densidade de 20 larvas L⁻¹, isto é, 400 filosomas/aquário.

No cultivo em sistema de recirculação foram utilizados 4 sistemas com mesmas características: tanques hemisféricos de acrílico com capacidade de 60 L, com sistema de filtragem individual e densidade inicial de 60 filosomas L⁻¹ (figura 13) (ABRUNHOSA; SANTIAGO; ABRUNHOSA, 2008).

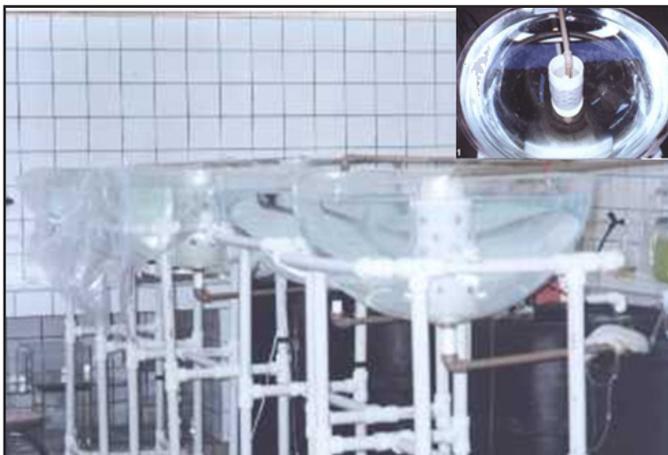


Figura 13- Bateria de sistemas de recirculação para o cultivo larval de lagostas do gênero *Panulirus*, em detalhe vista superior do tanque de cultivo de filosomas.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O cultivo de lagostas no Brasil é uma ferramenta que pode e deve ser utilizada, pois apesar da inviabilidade do cultivo larval, é possível ser feita através da captura dos *pueruli* ou pré-juvenis que têm sobrevivência inferior a 10% no ambiente (BUTLER; HERRNKIND, 2000) e seguir três caminhos isolados ou em conjunto:

1. O cultivo pode ser realizado pela iniciativa privada, que seria supervisionada através de cotas para capturas pré-determinadas pelos órgãos de controle do governo, para que os animais fossem cultivados até a fase adulta (tamanho de comercialização). Então, uma parte dos animais seria devolvida ao ambiente em áreas de preservação pré-determinadas, com base em uma quantidade já pré-estabelecida no momento da captura das lagostas;
2. Através de instituições de pesquisa pertencentes ao governo, como as Universidades, onde o cultivo poderia ser desenvolvido, com apoio financeiro, e seria feito o repovoamento de 100% dos animais sobreviventes, em áreas de preservação pré-determinadas pelos órgãos ambientais responsáveis;
3. Outra opção seria, também com a participação das Universidades ou outras instituições de pesquisa governamentais, cultivar os animais até um tamanho próximo ao comercial e repassá-los para comunidades litorâneas de pescadores (participantes do projeto), que realizariam o cultivo até o tamanho comercial. Posteriormente, uma quantidade já pré-estabelecida no momento do recebimento das lagostas, seria liberada no ambiente, em áreas de preservação pré-determinadas pelo governo, sendo as lagostas comercializadas pelos pescadores certificadas como oriundas de cultivo sustentável.

6 | DENOMINAÇÃO DA ATIVIDADE CULTIVO DE LAGOSTAS DA FAMÍLIA PALINURIDAE NO BRASIL

A aquicultura possui vários ramos e estes possuem denominações para caracterizá-los, portanto é comum subdividir a aquicultura em diversas modalidades, tais como: algicultura (cultivo de algas); ciprinicultura (cultivo de peixes da família Cyprinidae, carpas); carcinicultura (cultivo de camarões); truticultura (cultivo de trutas); salmonicultura (cultivo de salmão); tilapicultura (cultivo de tilápias); mitilicultura (cultivo de mexilhões); ostreicultura (cultivo de ostras); pectinicultura (cultivo de vieiras); ranicultura (cultivo de rãs); piscicultura marinha (cultivo de peixes marinhos), piscicultura continental (cultivo de peixes de água doce); quelonicultura (cultivo de quelônios) (FIGUEROA; PALACIOS, 1986; LOURENÇO; BITTENCOURT, 1994; FARIAS, 2005; OLIVEIRA et al., 2007; COSTA, 2014).

É importante notar que os dicionários de línguas indicam um termo para referenciar os mais diferentes tipos de “cultura”, sendo esta designação feita em função do tipo de produto ou organismo produzido (algas, plantas, carpas, camarões, trutas, salmões, tilápias, rãs, ostras, mexilhões, vieiras, quelônios etc.). A formação do nome da cultura, geralmente, é baseada no nome do organismo, gênero, família ou classe do organismo cultivado, os quais por sua vez derivam geralmente do latim ou grego.

O termo “**Palinurocultura**” (Palinuridae + cultura) seguiu a indicação de Ratã, Samfira e Perkovic (2012), tais como o ramo da maricultura que trata do cultivo de mexilhões ou mitilicultura (Mytilidae + cultura) ou cultivo de vieiras (Pectinidae + cultura). Desta forma, esta atividade, denominada Palinurocultura, deve ser entendida como o ramo da maricultura que engloba o conjunto das ciências e princípios que regem a prática do cultivo de lagostas da Família Palinuridae.

Um exemplo da importância para definição de termo para cultivo de lagostas é que Cavalli (2015) definiu maricultura como o termo que se refere à criação e ao cultivo de espécies marinhas ou estuarinas, podendo ser dividida na criação de peixes (piscicultura), crustáceos (carcinicultura) e moluscos (malacocultura) e também no cultivo de algas (algicultura). Referindo-se ainda que a atividade ocorre em estruturas baseadas em terra (viveiros escavados ou tanques) e no mar (balsas, longlines ou cordas e gaiolas ou tanques-rede), geralmente em ambientes costeiros abrigados, como baías, enseadas, golfos e lagunas e mais recentemente em mar aberto. Não fazendo nenhuma referência específica ao cultivo de lagostas, uma atividade emergente e um recurso de grande importância para as comunidades litorâneas do Brasil.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As lagostas do gênero *Panulirus* possuem cinco diferentes estágios no seu ciclo de vida: adulto, embrionária (ovo), filosoma (fase de desenvolvimento larval), *puerulus* (fase pós-larval) e juvenil. A recuperação de estoques naturais depende do domínio da

complexidade do ciclo de vida da espécie a ser recuperada, podendo demorar décadas. Este é um grande empecilho, devido à dificuldade no gerenciamento de um recurso que envolve uma grande quantidade de pessoas, sendo a maioria de baixa renda, as quais têm a exploração deste como principal fonte de renda, em um país que possui um grande litoral. Portanto, torna-se muito complexa a administração de interrupções da pesca por um período longo (anos) o suficiente para permitir a recuperação plena dos estoques.

A preservação através da aquicultura apresenta-se como uma alternativa viável, desde que se desenvolvam trabalhos que permitam a reposição de estoques, com a participação dos pescadores na atividade de cultivo, apresentando esta como forma alternativa de renda. Associado a isso, para a manutenção do recurso pesqueiro, áreas com proibição da pesca seriam pré-definidas (áreas de preservação permanente) para possibilitar a recuperação dos estoques.

O apoio da iniciativa privada também é importante, através da participação direta na execução de projetos, como também através do financiamento de iniciativas que preservem os ambientes marinhos e as espécies de lagosta que ocorrem no litoral brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABRUNHOSA, Fernando Araujo; SANTIAGO, Andre Prata; ABRUNHOSA, Jaqueline Pompeu. The early phyllosoma stages of spiny lobster *Panulirus echinatus* Smith, 1869 (Decapoda: Palinuridae) reared in the laboratory. **Braz. J. Biol.**, [S.l.], v. 68, n. 1, p.179-186, 2008.

AIKEN, David E.; WADDY, Susan L. Aquaculture. In: FACTOR, Jan Robert (Ed.). **Biology of the Lobster *Homarus americanus***. San Diego: Academic Press, 1995. p. 153-175.

ARVANITOYANNIS, Ioannis S.; TSERKEZOU, P. Transgenic Fish: Issues and Applications. In: Montet, D.; Ray, R. C (Ed.). **Aquaculture: Microbiology and Biotechnology**: volume I. New Hampshire: Science Publishers, 2009, p. 1-40.

BARNABÉ, Gilbert. Introdução. In: Barnabé, G. (Ed.). **Aquaculture: biology and ecology of cultured species**. Hemel Hempstead: Taylor & Francis, 2005a, p. 1-8. (Ellis Horwood).

BARNABÉ, Gilbert. Conclusion. In: Barnabé, G. (Ed.). **Aquaculture: Biology and Ecology of Cultured Species**. Hemel Hempstead: Taylor & Francis, 2005b, p. 393-400. (Ellis Horwood).

BERNOTH, Eva-Maria. Aquaculture biosecurity: the view and approaches of the OIE (World Organisation for Animal Health) regarding prevention and control of aquatic animal diseases. In: Scarfe, A. D.; Lee, C.; O'Bryen, P. J. (Ed.). **Aquaculture Biosecurity: prevention, control, and eradication of aquatic animal disease**. Ames: Blackwell Publishing, 2006, p. 3-8.

BEVERIDGE, Malcolm C. M.; LITTLE, D. C. The history of aquaculture in traditional societies. In: COSTA-PIERCE, Barry A. (Ed.). **Ecological Aquaculture: the evolution of the blue revolution**. Oxford: Blackwell Science, 2002, p. 3-44.

BLACK, Kenneth D. The environmental sustainability of aquaculture: Environmental aspects of aquaculture. In: CULVER, Keith; CASTLE, David (Ed.). **Aquaculture, Innovation and Social Transformation**: volume 17. [S.l.]: Springer Science, 2008. p. 97-114. (The International Library of Environmental, Agricultural and Food Ethics).

BRIONES-FOURZÁN, Patricia; LOZANO-ÁLVAREZ, E. Essential habitats for *Panulirus* spiny lobsters. In: Phillips, B.F. (Ed). **Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries**, Blackwell Publishing, 2 ed., 2013, p. 186-220.

BUSH, S. R. et al. Certify sustainable aquaculture? **Science**, 341, p. 1.067-1.068, 2013.

BUTLER, Mark J.; HERRNKIND, William F. *Puerulus* and juvenile ecology. In: PHILLIPS, Bruce F.; KITTAKA, Jiro (Ed.). **Spiny Lobster: Fisheries and Culture**. 2. ed. Oxford: Blackwell Science, 2000. p. 276-301. (Fishing News Books).

CAVALLI, Ronaldo Oliveira. Maricultura. In: CASTELLO, Jorge P.; KRUG, Luiz C. **Introdução às Ciências do Mar**. Pelotas: Textos, 2015. p. 408-445.

COSTA, Rafaella de Aguiar. **Exigência Proteica para Filhotes de Traçajá, *Podocnemis unifilis* (Tröschel, 1848): Avaliações de Crescimento e Hematológicas**. 2014. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical da Unifap, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014.

COSTA-PIERCE, Barry A. Ecology as a paradigm for the future of aquaculture. In: COSTA-PIERCE, B. A. (Ed.). **Ecological Aquaculture: the Evolution of the Blue Revolution**, Blackwell Science, 2002, p. 339-372.

EDWARDS, Peter. Aquaculture environment interactions: past, present and likely future trends, **Aquaculture**, v. 447, p. 2-14, 2015.

FAO. **Programa Estatístico FishStatJ: Global Fishery and Aquaculture Statistics**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Org.). Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>>, Rome: Database global capture production 1950-2018, atualizada em 02/09/2020 (<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-production/en>), 2020a. Acesso em: 02/03/2021.

FAO. **Programa Estatístico FishStatJ: Global Fishery and Aquaculture Statistics**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Org.). Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>>, Rome: Database global aquaculture production 1950-2018, atualizada em 02/09/2020 (<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en>), 2020b. Acesso em: 02/03/2021.

FARIAS, Tathiana Zimmermann de. **Assentamento de Larvas do Mexilhão *Perna perna* (L.) em Condições de laboratório**. 2005. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.

FIGUEROA, José Luis Arredondo; PALACIOS, Juan Ricardo Juarez. **Manual de Ciprinicultura (Cultivo de Carpas)**: Parte I - Antecedentes, Sistemática, Biologia, Reproducción inducida, Incubadoras y Desarrollo imbrionario. Mexico: Secretaría de Pesca, 1986. 121 p.

FITZGERALD-Jr., Willian J. Silvofisheries: integrated mangrove forest aquaculture systems. In: COSTA-PIERCE, B. A. (Ed.). **Ecological aquaculture: the Evolution of the Blue Revolution**, Blackwell Science, 2002, p. 161-262.

GOLDSTEIN, Jason S. et al. The complete development of larval caribbean spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in culture. **Journal of Crustacean Biology**, [S.I.], v. 28, n. 2, p.306-327, 2008.

HUNG, Lai Van; TUAN, L. A. Lobster seacage culture in Vietnam. In: Williams, K. C. (Ed.). **Spiny Lobster Aquaculture in the Asia–Pacific Region**, ACIAR Proceedings, p. 10-17, 2009.

HUGHES, J. T.; SHLESER, R. A.; TCHOBANOGLOUS, G. A rearing tank for lobster larvae and other aquatic species. **Prog. Fish - Cult.**, [S.I.], v. 36, p. 129-133, 1974.

HUNTINGFORD, Felicity; KADRI, S.; JOBLING, M. Introduction: Aquaculture and Behaviour. In: Huntingford, Felicity; Jobling, M.; Kadri, S. (Ed.). **Aquaculture and Behavior**, Blackwell Publishing, 2012, p. 1-35.

INOUE, M. Studies on the cultured phyllosoma larvae of the Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus*. I. Morphology of the phyllosoma. **Nippon Suisan Gakkaishi**, [S.I.], v. 44, n. 5, p. 457-475, 1978.

JEFFS, Andrew. Status and challenges for advancing lobster aquaculture. In: Vivekanandan, E. (Ed.). Journal of the marine biological association of India, **The Marine Biological Association of India**, v. 52, p. 320-326, 2010.

JONES, Clive, M. Tropical spiny lobster aquaculture development in Vietnam, Indonesia and Australia. In: Vivekanandan, E. (Ed.). Journal of the marine biological association of India, **The Marine Biological Association of India**, v. 52, p. 304-315, 2010.

JONES, Clive, M.; SHANKS, S. Requirements for the aquaculture of *Panulirus ornatus* in Australia. In: Williams, K. C. (Ed.). **Spiny lobster Aquaculture in the Asia–Pacific Region**, ACIAR Proceedings, p. 98-109, 2009.

KENWAY, Matt et al. Potential of seacage culture of *Panulirus ornatus* in Australia. In: Williams, K. C. (Ed.). **Spiny lobster aquaculture in the Asia–Pacific region**, ACIAR Proceedings, p. 18-25, 2009.

KITTAKA, Jiro. Culture of the palinurid *Jasus lalandii* from egg to puerulus. **Nippon Suisan Gakkaishi**, [S.I.], v. 54, n. 1, p. 87-93, 1988.

KITTAKA, Jiro. Culture of phyllosomas of spiny lobster and its application to studies of larval recruitment and aquaculture. **Crustaceana**, New York, v. 66, n. 3, p. 257-270, 1994a.

KITTAKA, Jiro. Larval rearing. In: PHILLIPS, Bruce F.; COBB, J. Stanley; KITTAKA, Jiro (Ed.). **Spiny Lobster Management**. Oxford: Blackwell Scientific, 1994b. p. 402-423. (Fishing News Books).

KITTAKA, Jiro. Application of ecosystem culture method for complete developed of phyllosomas of spiny lobster. **Aquaculture**, [S.I.], v. 155, p. 319-331, 1997.

KITTAKA, Jiro. Culture of Larval Spiny Lobsters. In: Phillips, B. F.; Kittaka, J. (Ed.). **Spiny Lobsters: Fisheries and Culture**. 2 ed. Blackwell Publishing., 2000, p. 508-532. (Fishing News Books).

KITAKA, Jiro; BOOTH, J. D. Prospectus for aquaculture. In: Phillips, B. F.; Kitaka, J. (Ed.). **Spiny Lobsters: Fisheries and Culture**. 2. ed. Blackwell Publishing, 2000, p. 465-473. (Fishing News Books).

LÓPEZ-BAREA, Juan et al. Omics methodologies: new tools in aquaculture studies. In: Muchlisin, Z. A. (Ed.). **Aquaculture**, In Tech, 2012, p. 361-390.

LOURENÇO, Carlos Alberto Martins de; BITTENCOURT, Paulo Roberto Leal. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: Ibama, 1994. 196 p.

MATSUDA, Hirokazu; TAKENOUCHI, Taisuke. New tank design for larval culture of Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus*. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, [S.l.], v. 39, p. 279-285, 2005.

MATSUDA, Hirokazu; TAKENOUCHI, Taisuke. Development of technology for larval *Panulirus japonicus* culture in Japan: a review. **Bull. Fish. Res.**, [S.l.], n. 20, p. 77-84, 2007.

MATSUDA, Hirokazu; TAKENOUCHI, Taisuke; GOLDSTEIN, Jason S. The complete larval development of the pronghorn spiny lobster *Panulirus penicillatus* (Decapoda: Palinuridae) in culture. **Journal of Crustacean Biology**, [S.l.], v. 26, n. 4, p.579-600, 2006.

MATSUDA, Hirokazu; YAMAKAWA, T. The complete development and morphological changes of larval *Panulirus longipes* (Decapoda, Palinuridae) under laboratory conditions. **Fisheries Science**, [S.l.], v. 66, n. 2, p. 278-293, 2000.

MILLER, Christian L.; OHS, Cortney L.; CRESWELL, R. Leroy. **Candidate Species for Florida Aquaculture: Caribbean Spiny Lobster, *Panulirus argus***. 2013. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FA/FA14700.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2016.

MURAKAMI, Keisuke; JINBO, Tadao; HAMASAKI, Katsuyuki. Aspects of the technology of phyllosoma rearing and metamorphosis from phyllosoma to *puerulus* in the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* reared in the laboratory. **Bull. Fish. Res.**, [S.l.], n. 20, p. 59-67, 2007.

OLIVEIRA, Elenise Gonçalves de et al. **Produção de tilápia: Mercado, Espécie, Biologia e Recria**: Circular Técnica N 45. Teresina: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2007. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/new/circular/circular_pdf/circular_45.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2016.

PAIVA, Melquiades Pinto. **Recursos Pesqueiros Estuarinos e Marinhos do Brasil**. Fortaleza: Eufc, 1997. 278 p.

PARKER, Rick. Sustainable Aquaculture and Aquaponics. In: Rick Parker (Ed.), **Aquaculture Science**, Delmar, Cengage Learning, 3. ed., 2012a, p. 464-485.

PARKER, Rick. Aquaculture Basics and History. In: Rick Parker (Ed.), **Aquaculture Science**, Delmar, Cengage Learning, 3. ed., 2012b, p. 2-27.

PHILLIPS, Bruce F.; MELVILLE-SMITH, Roy. *Panulirus* species. In: B.F. Phillips (Ed.), **Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries**, Blackwell Publishing, 2006, p. 359-384.

PHILLIPS, Bruce F. et al. *Panulirus* species. In: B.F. Phillips (Ed.), **Lobsters: biology, Management, Aquaculture and Fisheries**, Blackwell Publishing, 2, ed., 2013, p. 289-325.

PILLAY, T V R; KUTTY, M N. Sustainability and Environmental Management of Aquaculture. In: PILLAY, T V R; KUTTY, M N. **Aquaculture: principles and practices**. 2. ed. [S.l.]: Blackwell Publishing, 2005. p. 311-320.

RADHAKRISHNAN, E. V. Review of prospects for lobster farming. In: PHILIPPOSE, K. K. et al. (Ed.) **Handbook on open sea cage culture**, Central Marine Fisheries Research Institute, 2012, p. 96-111.

RATĀ, Georgeta; SAMFIRA, Ionel; PERKOVIC, Anica. **Agricultura English**, [S.l.], Cambridge Scholars Publishing, 2012. 359 p.

RITAR, A. J. The experimental culture of phyllosoma larvae of southern rock lobster (*Jasus edwardsii*) in a flow - through system. **Aquacultural Engineering**, [S.l.], v. 24, p. 149-156, 2001.

SARIFIN, Bayu Priyambodo. Lobster aquaculture industry in eastern Indonesia: present status and prospects. In: Williams, K. C. (Ed.). **Spiny Lobster Aquaculture in the Asia-Pacific Region**, ACIAR Proceedings, p. 36-45, 2009.

SAISHO, T. Studies on the phyllosoma larvae with reference to the oceanographic conditions. **Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.**, [S.l.], v. 15, p. 177-239, 1966.

SEKINE, S. et al. Larval period and molting in the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* under laboratory conditions. **Fisheries Science**, [S.l.], v. 66, n. 1, p. 19-24, 2000.

STICKNEY, Robert R. The who, what, when and where of Aquaculture. In: Robert R. Stickney (Ed.). **Aquaculture: an Introductory Text**, CABI Publishing, 2005, p. 1-39.

STØTTRUP, Josianne G.; MCEVOY, L. A. Uses de microalgae in aquaculture. In: STØTTRUP, J. G.; MCEVOY, L. A. (Ed.). **Live Feeds in Marine Aquaculture**, Blackwell Science, 2003, p. 253-299.

AQUAPONICS BY (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) NFT AS A PROFITABLE OPTION FOR THE CULTIVATION OF TILAPIA *Oreochromis niloticus* AND SWEET CUCUMBER *Solanum muricatum*

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 08/03/2021

Lucy Goretti Huallpa Quispe

CIEAA – SAC TACNA

<https://orcid.org/0000-0001-7260-2148>

Isabel del Carmen Espinoza Reynoso

Ciudad de Tacna

<https://orcid.org/0000-0002-3524-6057>

Mario Román Flores Roque

Ciudad de Ilo - Moquegua

<https://orcid.org/0000-0002-6878-3799>

Lucilda Stefani Herrera Maquera

Ciudad de Ilo - Moquegua

<https://orcid.org/0000-0001-7210-2821>

Brígida Dionicia Huallpa Quispe

Ciudad de Tacna

<https://orcid.org/0000-0002-9729-7482>

Alfredo Maquera Maquera

Ciudad de Ilo - Moquegua

<https://orcid.org/0000-0003-0658-0344>

Giovanna Verónica Guevara Cancho

Ciudad de Ilo - Moquegua

<https://orcid.org/0000-0001-6729-8962>

Walter Merma Cruz

Universidad Nacional de Moquegua- Perú
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

<https://orcid.org/0000-0003-3742-6235>

acuaponía por (Nutrient Film Technique) NFT como opción rentable para el cultivo de Tilapia *Oreochromis niloticus* y Pepino dulce *Solanum muricatum*, que genere rentabilidad económica en Tacna. Investigación tipo aplicada y experimental con cuatro tratamientos: T1=90 peces/30 plantones, T2=60 peces/30 plantones, T3=30 peces/30 plantones y un grupo de control T4=30 plantones con sustancia nutritiva hidropónico. Resultados obtenidos con ANOVA y estadístico de SPSS, contrastando hipótesis con prueba de subconjuntos homogéneos de Tukey, con $\alpha = 0.05$, obteniéndose una media de 84.05 cm la talla en T1, 83.73 cm en T2, 83,2 cm en T3 y 84.5 cm en T4; en el caso de la biomasa de los frutos fue de 168.16 g en T1, 135,2 g en T2, cero en T3 y 190,1 g en T4, la longitud de raíces máximo 36,6 cm. Calidad de agua evaluado con multiparámetro modelo HI 9829 marca HANNA, los resultados indican rango comprendido aceptable para la tilapia y cultivo de pepino dulce, siendo la T° 25.6 °C, Amoniac NH₃ (mgL⁻¹) y Nitrito NO₂ (mgL⁻¹) es <1, Nitrato NO₃ (mgL⁻¹) >10-<300, el Oxígeno O₂ 5 (mgL⁻¹), sulfatos SO₄²⁻ 82.7 (mgL⁻¹), Cloruros Cl⁻ 69.83 (mgL⁻¹) y Bicarbonatos HCO₃⁻ 108.14(mgL⁻¹). Se ha obtenido 47,42 Kg de biomasa de tilapia con el experimento; punto de equilibrio para implementar producción es 733.25 kg de pepino y 79 kilos de biomasa de tilapia, para una escala de producción de 1000 m² el sistema acuapónico sería rentable con un VAN de S/. 10,290 y una TIR del 15%. Concluyéndose que la mejor opción es el T1, porque P calculado en pesos de los frutos es 0,056 mayor al $\alpha = 0.05$. Se ratifica con el número de frutos donde el T1 y T4 muestra un

RESUMEN: El objetivo fue determinar la

P calculado de 0,78.

PALABRAS CLAVE: Acuaponía, biomasa y rentabilidad.

ABSTRACT: The objective was to determine aquaponics by (Nutrient Film Technique) NFT as a profitable option for the cultivation of Tilapia *Oreochromis niloticus* and Sweet Cucumber *Solanum muricatum*, which generates economic profitability in Tacna. Type applied and experimental research with four treatments: T1 = 90 fish / 30 seedlings, T2 = 60 fish / 30 seedlings, T3 = 30 fish / 30 seedlings and a control group T4 = 30 seedlings with hydroponic nutrient substance. Results obtained with ANOVA and SPSS statistics, contrasting hypotheses with Tukey's test of homogeneous subsets, with $\alpha = 0.05$, obtaining an average of 84.05 cm in height in T1, 83.73 cm in T2, 83.2 cm in T3 and 84.5 cm in T4; in the case of the biomass of the fruits it was 168.16 g in T1, 135.2 g in T2, zero in T3 and 190.1 g in T4, the maximum root length 36.6 cm. Water quality evaluated with multiparameter model HI 9829 brand HANNA, the results indicate an acceptable range for tilapia and sweet cucumber cultivation, being the $T^{\circ} 25.6^{\circ} C$, Ammonia NH_3 (mgL-1) and Nitrite NO_2 (mgL-1) is <1 , Nitrate NO_3 (mgL-1) >10 - <300 , Oxygen O_2 5 (mgL-1), Sulfates SO_4^{2-} 82.7 (mgL-1), Chlorides Cl^- 69.83 (mgL-1) and Bicarbonates HCO_3^- 108.14 (mgL-1). 47.42 Kg of tilapia biomass has been obtained with the experiment; The equilibrium point to implement production is 733.25 kg of cucumber and 79 kilos of tilapia biomes, for a production scale of 1000 m² the aquaponic system would be profitable with a NPV of S / . 10,290 and an IRR of 15%. Concluding that the best option is T1, because P calculated in fruit weights is 0.056 greater than $\alpha = 0.05$. It is ratified with the number of fruits where T1 and T4 show a calculated P of 0.78.

KEYWORDS: Aquaponics, biomass and profitability.

11 INTRODUCCIÓN

Dentro de la Meta 8 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, figura: "Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles"; así en un cultivo tipo acuaponía, la característica principal es la simbiosis de pescado y hortalizas como una know-how de eco-producción que enlaza la obtención de Biomasa de pescado (acuicultura) con la reproducción de hortalizas o plantas ornamentales en el agua sin utilizar tierra (hidroponía), con una administración de recursos a bajo costo y alta rentabilidad. Otra de las ventajas clave de los cultivos acuapónicos en simbiosis es ser un sistema agrícola que elimina el uso de abono o fertilizantes, primero se da el intercambio nutritivo se da entre las plantas y heces de los peces, resulta muy ventajoso el trabajar con peces comestibles ya que hay una relación directa entre heces-tamaño; en el sentido contrario las plantas a través de sus raíces generan condiciones ambientales para los peces favoreciendo su crecimiento. Finalmente, la acuaponía, produce alimentos mediante "Ecotecnologías win-win" que resultan ser completamente orgánicos.

La importancia de la generación de alimentos en el presente siglo está vigente,

en los países en vías de desarrollo donde se encuentra el Perú, el 12.9 por ciento de la población se encuentra subalimentada y para agravar más la situación tenemos inseguridad alimentaria y escasez de agua dulce, de la cual nuestro país no es ajeno a este problema. Tomando nuevamente como referencia los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la meta 2.3 menciona que se deben duplicar la productividad agrícola, con acceso a recursos de producción de insumos, conocimientos y y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas para, entre otros agricultores y pescadores. Es allí que esta técnica (Nutrient Film Technique) NFT encaja como oportunidad de desarrollo nacional para pequeños, medianos y grandes productores.

Al centrarse solo en la acuicultura como opción productiva, resulta ser la respuesta frente a la realidad hidrobiológica; donde la contaminación, eutrofización, sobrexplotación, la falta de plantas de tratamiento de efluentes, mala praxis extractiva, deterioran los espacios utilizados y calidad de vida acuática mientras que la explosión demográfica, desarrollo urbano y turístico, la corrupción, reducen los espacios tradicionalmente disponibles, es decir será una opción de solución productiva en áreas áridas como el bioma Desierto del Pacífico donde se encuentran las regiones de Moquegua y Tacna. Si bien Latinoamérica es un sector en crecimiento, países como Perú tienen un bajo nivel de desarrollo tecnológico de la acuicultura y biodiversidad explotada; del área de acuicultura peruana, únicamente el 24% corresponde a la acuicultura continental; esto puede deberse a la falta de tecnología contextualizada.

Objetivo general

Determinar el balance de biomasa entre la densidad de la tilapia *Oreochromis niloticus* y el pepino dulce *Solanum muricatum* cultivadas en un sistema de acuaponía por NFT (nutrient film technique) que genera rentabilidad económica, Tacna 2017.

Objetivos específicos

- Calcular la biomasa y productividad de pepino dulce que se generará a partir de efluentes acuícola (desechos orgánicos del alimento no consumido, heces y orina de organismos acuáticos) de crianza de tilapia, en sistema de acuaponía NFT a diferentes densidades de peces.
- Desarrollar el procesamiento de la acción bacteriana en biofiltros de acuaponía, los efluentes de cultivo de tilapia que contienen amonio (*Nitrosomonas*) y nitritos (*Nitrobacter*), sustancias tóxicas (desecho orgánico del alimento no consumido, heces y orina de organismos acuáticos) en nitrato como abono natural para el pepino dulce.
- Evaluar la productividad y tasa de crecimiento de tilapia en sistemas acuapónicos con distintas densidades de peces y plantas con inyección continua a diferentes dosis de NFT.

- Determinar el punto de equilibrio de costos e ingresos del balance de biomasa entre la densidad de tilapia y pepino dulce, para un escalamiento comercial que genere rentabilidad económica de la acuaponía, en peso fresco total (PFT) y peso fresco económico (PFE) en Tacna.

2 I METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para evaluar la propuesta se trabajó sobre un modelo experimental porque se manipulan las variables que presentan el sistema de simbiosis pescado-pepino, y debido a que la estimulación se realizó a través del tratamiento, pertenece al tipo experimental puro porque hay manipulación de variables (independiente), variables de medición (correlación), control y validez de los datos, habrá más de dos grupos de comparación y los participantes fueron aleatorizados o emparejados. El diseño experimental que se siguió, es un diseño de experimento puro, con preprueba – postprueba y grupo de control, con 4 tratamientos:

Tratamientos: Los tratamientos serán: 90 peces/30 plántulas de pepino (T1), 60 peces/30 plántulas de pepino (T2), 30 peces/30 plántulas de pepino (T3) y 30 plántulas de pepino con caldo de cultivo hidropónico (T4). Los componentes encerrados fueron construidos en un único sistema combinado (Rakocy, 2006).

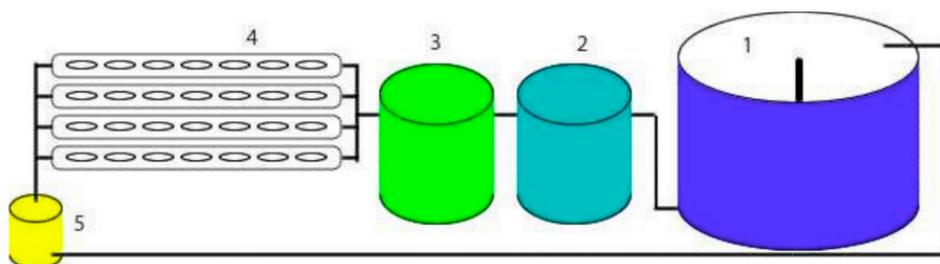


Figura 1. Diseño genérico de un sistema NFT. Referencias: 1: tanque de peces; 2: filtro mecánico; 3: filtro biológico; 4: componente hidropónico; 5: sumidero con bomba.

VARIABLES OBSERVABLES EN EL EXPERIMENTO FUERON

- Plantas de pepino: Longitud y peso de raíz, tallo y frutos.
- Tilapia: peso, talla.

Población de estudio: La población está compuesta por 120 plantones de pepino dulce, que aprovecharán los efluentes de 180 ejemplares de tilapia, que se cultivaron en el sistema de acuaponía.

Muestra: El tamaño de la muestra será por tratamientos: T1=90 peces/30plantones, T2=60peces/30plantones, T3=30 peces/30plantones.

La investigación se centró para evaluar el comportamiento de la biomasa de los pepinos dulces frente a una determinada densidad de peces de tilapia o solución nutritiva, siendo entonces para cada tratamiento un total de 28 para cada uno.

Variables y operacionalización

Definición	Dimensiones	Indicadores
Cantidad total de materia viva presente en una comunidad o ecosistema, en este caso la densidad de tilapia por peso en un cuerpo de agua.	Densidad y Biomasa de tilapia	Peso de las tilapias
		Talla de las tilapias
		Supervivencia de las tilapias
	Conversión alimenticia y dosificación de alimentos para tilapias	Peso de alimento suministrado
		Conversión alimenticia
		Diferencia de peso y talla inicial comparada con la final.
	Calidad de agua donde se cultiva la tilapia	Físicos: Temperatura, turbidez y otros.
		Químicos: Ph, oxígeno, salinidad, Calcio, fosfatos, entre otros
		Biológicos: Fito y zooplancton.
	Acción bacteriana en biofiltro a los excrementos y desperdicios acumulados de la tilapia.	Amoniaco total
		Nitritos
		Nitratos

Tabla 1 Variable Independiente: Biomasa de tilapia

Definición	Dimensión	Indicadores
Producción de pepino con película nutriente de nitrato proveniente de los efluentes del cultivo de tilapia	Biomasa de pepino	Peso de la biomasa de tallo y hojas
		Altura de las plantas
		Peso unitario de frutos
		Número de fruto por planta
		Peso de frutos/planta
		Peso de la raíz
		Talla de la raíz
	Calidad de efluentes y nutrientes	Resultados Físicos
		Resultados químicos.
		Evaluación organoléptica del sistema.

Tabla 2 Variable dependiente: Biomasa de pepino

3 | RESULTADOS

Biomasa y productividad de pepinos con efluentes de acuaponía: Tras la plantación en los distintos módulos experimentales de acuaponía, se encontró que el proceso de crecimiento y producción del fruto de pepino dulce de la especie *Solanum muricatum*, algunas plantas crecieron y dieron frutos de manera adecuada y otros tuvieron problemas vegetativos a partir del trasplante y exhibían una marcada falta de vigor a los 40 días y algunos no llegaron a florecer.

Altura de las plantas (tallos y hojas) Se ha determinado la altura de las plantas de pepino dulce para cada uno de los experimentos; donde se muestra que para todo el proceso de investigación se ha considerado en la evaluación de la biomasa del pepino cuatro (04) tratamientos de dosificación; donde T1 = 1 = 90 peces y 30 plantas, T2 = 2 = 60 peces y 30 plantas, T3 = 3 = 30 peces y 30 plantas, T4 = 4 = 30 plantas (Grupo de control en hidroponía con solución nutritiva; a cada uno de estos tratamientos se les ha sometido a 28 observaciones por tratamiento, con un nivel de 5% de error.

Analizando la talla de los pepinos. En la talla del pepino dulce, observándose la diferencia de medias y desviación estándar en el crecimiento por tratamientos, se obtuvo una desviación estándar global de 4,1622 y una media de 82,274 cm. Aunque los resultados fueron favorables, al compararlos con el grupo control, este le gana en talla a cualquier tratamiento con tilapias llegando a 84.17 cm, solo siendo alcanzado por el tratamiento que incluía 90 tilapias y 30 plantones de olivo. Para otorgar la consistencia científica, fue necesario someter a la prueba de hipótesis, donde se ha tenido como resultado según la prueba de igualdad de Levene de varianzas de error, teniendo un estimado del 5% de error; para luego realizar la prueba de Tukey, siendo el tratamiento T3 el que presenta una diferencia significativa, es decir 30 plantas de pepino y 30 tilapias.

Mediciones promedio de los frutos, se encontró que el grupo control presentó la mayor cantidad de frutos, en algunas plantas no llegaron a producir fruto, otras florecieron, pero no hubo progreso en el crecimiento o las flores se cayeron o están demasiado pequeñas para considerarse fruto. La prueba de igualdad de Levene de varianzas de error, teniendo un estimado del 5% de error se obtuvo que el tratamiento (T3); es el que produjo mayor el número de frutos de pepinos que en las dosificaciones de T1, T2 y T4.

Peso unitario del fruto, luego del análisis de varianza y pruebas de igualdad, se determinó que el T4 o control frente los demás tratamientos es el que produce frutos con mayor peso.

Raíces de la planta de pepino, La raíz del pepino al someter a pesaje, presento diferentes medias. El pepino dulce en el sistema de acuaponía e hidroponía (grupo de control) se observó la formación de grandes muy extensas raíces, en consecuencia, en el estadístico descriptivo parece que habría diferencias significativas en el peso de la raíz de la planta de pepino dulce (T1≠T2≠T3≠T4). En las pruebas post hoc del peso de frutos de

pepino dulce por dosificación, respecto a la comparación de las diferentes medias de dosis, según un determinado número de peces y número de plantas, tiene como resultado en el caso de: T1 con T2 y T3, si muestran diferencia estadística significativa, concluyendo que la longitud de las raíces es favorecida por el aumento de peces.

Talla de la raíz de pepino, El pepino dulce en el sistema de acuaponía e hidroponía (grupo de control) se observó la formación de grandes y extensas raíces, esto básicamente porque no hay una oposición en el crecimiento y para dar equilibrio a la planta fijada en medio acuático.

TRATAMIENTOS	PESO (g)	LONGITUD (cm)
T1	184	36.6
T2	171	32.9
T3	157	28.2
T4	185	36.3

Tabla 3 Resumen de promedio de datos de la raíz de pepino

Se observa diferencias significativas, donde el T2 y el T3, son los que tienen menor peso y dimensión, sin embargo, son superiores al peso y talla que presentan en el cultivo tradicional de 15 cm y 125 g en promedio, siendo en el cultivo acuapónico e hidropónico el doble del cultivo tradicional; debido a que registran 36 cm y 185 g.

Calidad de agua y acción bacteriana en biofiltros de acuaponía con los efluentes de cultivo de tilapia

Antes de iniciar el trabajo experimental, se realizó la evaluación fisicoquímica del **agua sin cultivar** que se tenía disponible para el cultivo de peces como la tilapia y las plantas de pepino dulce en un sistema acuapónico de NTF recirculante.

Día de Muestreo	T (°C)	NH3	NO2	NO3	(pH)	O2	Cloruros	Bicarbonatos	Dureza total
		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		(mg L-1)	mg/l Cl-	mg/l Cl-	mg/l CaCO3
05/12/2017	25.5	0.093	0.005	15	7.32	3	149	125	295

Tabla 4 Evaluación de calidad de agua sin cultivar

El agua evaluada es obtenida de la extracción de un pozo de agua obtenida de una profundidad de 100 m.

PARAMETROS	PUNTOS EVALUADOS	TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES				RANGOS ÓPTIMOS
		T1	T2	T3	T4	
Temperatura T (°C)	P1	25.5	25.43	25.33	25.66	20 a 31.5°
	P2	25.61	25.54	25.63		
	P3	25.61	25.71	25.61		
Amoniac NH3 (mgL-1)	P1	0.93	0.67	0.31	0.08	< 1
	P2	0.67	0.41	0.23		
	P3	0.61	0.28	0.18		
Nitrito NO2 (mgL-1)	P1	0.79	0.51	0.27	0.34	<1
	P2	0.63	0.43	0.23		
	P3	0.56	0.37	0.22		
Nitrato NO3 (mgL-1)	P1	81.57	53.84	26.92	91.29	>10-<300
	P2	92.86	61.29	24.29		
	P3	80.8	52.53	.71		
Potencial de Hidrógeno (pH)	P1	7.01	6.94	6.89	6.27	6.7 a 8.4 (tilapia) 5.5 a 7.0 (plantas)
	P2	6.5	6.83	6.93		
	P3	6.6	6.96	6.92		
Oxígeno O2	P1	5.56	5.57	5.56	5.51	5
	P2	5.59	5.51	5.6		
	P3	5.57	5.6	5.63		
	P2	159.86	160.57	161.71		
	P3	160.29	160.57	161.71		
Cloruros Cl- (mgL-1)	P1	69.43	67.86	72.43	69.83	<75
	P2	71.43	64.43	67		
	P3	64.29	66.57	67.43		
K+ (mgL-1)	P1	71.26	44.03	19.51	91.14	5 - 210
	P2	80.66	47.23	21.61		
	P3	69.9	40.13	18.06		
PO ₄ ⁻² (mgL-1)	P1	7.2	4.5	2.1	9.8	<50
	P2	7.8	4.8	2.2		
	P3	6.8	4.1	2.0		
Dureza total (mgL-1)	P1	283.14	282.43	282.43	283.29	150- 329
	P2	283.57	283.29	283		
	P3	282.29	282.43	282		
Caudal		3.5	3.5	3.5	3.5	
Recambio		23	23	23	23	

Tabla 5: Resumen de calidad de agua en acuaponía

Fuente: Elaboración propia

Se evaluó las variaciones de los parámetros físico y químicos de los efluentes durante el periodo de cultivo de 90 días, observándose una temperatura promedio 25,6 °C, lo cual es óptimo para cultivo de peces y pepinos dulces y un pH 6,78 en promedio para el T1, asimismo el T2 de 6,91, 7.14 para T3 y 6.27 para T4 los que son en un rango óptimo de acuaponía como grupo de control. Para la variable de amonio no ionizado y variable nitrito son menores (<) 1 (mgL-1), pero en la variable nitrato se encontró que está en el rango de >10-<300 (mgL-1); en el caso del oxígeno está en el rango deseado como es de 5.51 a 5.6 (mgL-1) ideales para cultivo de tilapia y cultivo acuapónico de plantas. El resto de los componentes estuvieron en los rangos aceptados.

Amoniaco: Las plantas necesitan nitrógeno para crecer. Aunque son capaces de utilizar tanto amoníaco como nitratos para llevar a cabo sus procesos de crecimiento hasta cierto punto, los nitratos son más deseables ya que son fácilmente asimilables por sus raíces, al someter a evaluación los efluentes de tilapia que ingresan al biofiltro para el proceso de biodegradación, las que ingresan a las plantas de pepino median el sistema de recirculación NFT y luego retornan al sistema controlado de crianza de tilapias, según los parámetros de estadístico descriptivo se observa diferencias significativas en la presencia de amoniaco (T1≠T2≠T3≠T4).

En la Figura, se puede observar, que cada dosificación, es diferente, T1≠T2≠T3≠T4, siendo el T3, el de menor contenido de amoniaco y T1 el de mayor contenido.

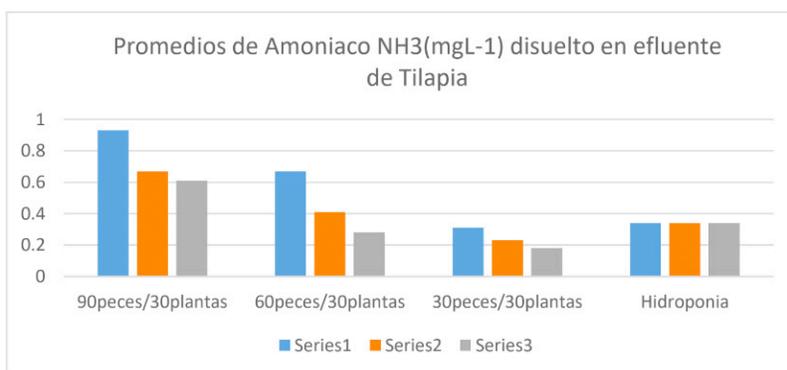


Figura 2: Contenido de amoniaco en los diferentes tratamientos.

NITRITO: Para utilizar eficazmente el espacio, los filtros biológicos suelen concentrarse en un volumen pequeño y una gran superficie. El agua tratada de esta manera se almacena en la superficie y las bacterias pueden estar expuestas al amoníaco y al oxígeno, por lo que los datos muestran que O está dentro de un rango de parámetros fijo. Por lo tanto, en este caso, los principales fitonutrientes (como el nitrógeno) se descompondrán en amoníaco, nitrito y nitrato. Las pruebas estadísticas demostraron que efectivamente la

concentración de peces generaba diferentes contenidos de amoníaco disueltos en agua, pero al relacionarlos con el peso de los frutos de pepino efectivamente hay diferencias significativas en cada tratamiento con un P calculado de 1,00 y un $\alpha = 0,05$.

NITRATO: El nitrato es la forma de nitrógeno más oxidable, a diferencia de la forma anterior, es mucho menos tóxico, primero es la absorción de plantas y algas. Al someter a evaluación los efluentes de tilapia que ingresan al biofiltro para el proceso de biodegradación, las que ingresan a las plantas de pepino median el sistema de recirculación NFT y luego retornan al sistema controlado de crianza de tilapias, se demostró que la concentración del nitrato significativamente diferente que el tratamiento control T4.

Productividad y tasa de crecimiento de la tilapia en sistema acuapónico con plantas de pepino dulce

En este caso se ha seguido diferentes manuales y recomendaciones para acondicionar en cautiverio de 1m³ de agua una densidad, renovación o recambio de agua, caudal de agua y control de los factores físicos químicos son los siguientes:

Longitud y peso total: La longitud total inicial de la tilapia fue de 8.5 cm y un peso inicial 13 g, luego de pasado los 90 días de la investigación, se obtuvo una longitud total final promedio de 17 cm, obteniendo un peso de 160 g.

Sobrevivencia: Se observó una sobrevivencia buena, y al cabo de 90 días de cultivo la supervivencia fue de un 100% este resultado se debe a que la cantidad de peces es bastante baja para un sistema acuapónico recirculante de tilapia.

El cultivo de la tilapia es bastante conocido, además esta especie es fácil y dócil de criar en cautiverio, esto se refleja en la ganancia de biomasa de 148.98 g en promedio por unidad de especie, constituyendo que en los tres tratamientos como T1, T2 y T3 fue de 47,42 Kg. de biomasa total.

TRATAMIENTOS	CRECIMIENTO DE PECES	TIEMPO (DÍAS)						
		0	15	30	45	60	75	90
T1 90 peces m3	Peso promedio (g)	13.14	22.11	36.7	55.4	84.12	118.2	162.12
	Ganancia peso prom. (g)		8.97	14.59	18.7	28.72	34.08	43.92
	Biomasa g)	1182.6	1989.9	3303	4986	7570.8	10638	14590.8
	Ganancia Biomasa g)		807.3	1313.1	1683	2584.8	3067.2	3952.8
	Mortalidad	0	0	0	0	1.11	1.11	1.11
	Talla promedio (cm)	8.5	10.12	12.34	14.15	16.12	17.01	17.5
	Alimento suministrado		101.485	148.635	209.412	302.832	372.33	466.9056

T2 60 peces m3	Peso promedio (g)	12.9	21.9	37.2	56.6	82.8	121.12	161.11
	Ganancia peso prom. (g)		9	15.3	19.4	26.2	38.32	39.99
	Biomasa g)	774	1314	2232	3396	4968	7267.2	9666.6
	Ganancia Biomasa g)		540	918	1164	1572	2299.2	2399.4
	Mortalidad	0	0	0	0	0	0	0
	Talla promedio(cm)	8.1	11.1	13.1	14.2	16.01	17.6	17.8
	Alimento suministrado		67.014	100.44	142.632	198.72	254.352	309.3312
T3 30 peces m3	Peso promedio (g)	13	22	37	56	83	120	162
	Ganancia peso prom. (g)		9	15	19	27	37	42
	Biomasa g)	390	660	1110	1680	2490	3600	4860
	Ganancia Biomasa g)		270	450	570	810	1110	1260
	Mortalidad	0	0	0	0	0	0	0
	Talla promedio (cm)	8.3	11.01	12.22	14.11	16.2	16.9	17.8
	Alimento suministrado		33.66	49.95	70.56	99.6	126	155.52
Conversión alimenticia promedio		1.4						
Alimento suministrado (% de peso biomasa)		0.055	0.051	0.045	0.042	0.04	0.035	0.032

Tabla 6 Resumen de biomasa inicial y final del cultivo de tilapia

Punto de equilibrio y evaluación económica de la acuaponía de tilapia y pepino dulce

En la determinación de punto de equilibrio de la acuaponía con la biomasa ganada por el crecimiento de las tilapias y frutos producido por las plantas de pepino, con lo cual cumplimos con el concepto de las finanzas que hace referencia al nivel de ventas donde los costos fijos y variables se encuentran cubiertos. Esto supone que la empresa o emprendedor, en su punto de equilibrio, tiene un beneficio que es igual a cero (no gana dinero, pero tampoco pierde). Para tener un punto de equilibrio se debería producir un total mínimo de 733.24 Kg de pepino dulce, en cambio se debe cultivar 79.38 Kg de tilapia.

Flujo de caja en tamaño del invernadero: El modelado para un nivel en el invernadero como éste el experimento, en la cual las medidas son 12 m altura x 4 m de ancho y 2 m de altura, el flujo de caja no resiste y todos sería negativo.

Concepto	período 0	período 1	período 2	período 3	período 4	período 5	período 6	período 7	período 8	período 9	período 10
(-) Inversión fija	13515.3										
(-) Capital de trabajo	409.2										
(=) Valor de rescate (residuales)	13924.5										
(+) Venta de pepinos		657.0	657.1	657.1	657.1	657.1	657.1	657.1	657.1	657.1	657.1
(+) Venta de biomasa de peces		284.5	233.3	233.3	233.3	233.3	233.3	233.3	233.3	233.3	233.3
(=) Ingresos		941.5	890.4	890.4	890.4	890.4	890.4	890.4	890.4	890.4	890.4
(-) costo de mantenimiento CF		313.8	296.8	296.8	296.8	296.8	296.8	296.8	296.8	296.8	296.8
(-) Costos variables		580.0	580.0	580.0	580.0	580.0	580.0	580.0	580.0	580.0	580.0
(-) Depreciación CF		330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4
(=) Total costos		1224.3	1207.3	1207.3	1207.3	1207.3	1207.3	1207.3	1207.3	1207.3	1207.3
(=) Flujo Neto del Proyecto	-13924.5	-282.8	-316.9	-316.9	-316.9	-316.9	-316.9	-316.9	-316.9	-316.9	-316.9

Tabla 7 Punto de equilibrio pepino y tilapia

Flujo de caja en tamaño comercial: En cambio, para un volumen de producción semi industrial en un área de 1000 m², el flujo de caja en este entonces el proyecto si resiste y los ingresos serían mayor a los gastos generados.

Concepto	campeña 0	campeña 1	campeña 2	campeña 3	campeña 4	campeña 5	campeña 6	campeña 7	campeña 8	campeña 9	campeña 10
(-) Inversión fija	47876.5										
(-) Capital de trabajo	2046.0										
(=) Valor de rescate (residuales)	49922.5										
(+) Venta de pepinos		19710.0	19710.0	19710.0	19710.0	19710.0	19710.0	19710.0	19710.0	19710.0	19710.0
(+) Venta de biomasa de peces		8535.6	8535.6	8535.6	8535.6	8535.6	8535.6	8535.6	8535.6	8535.6	8535.6
(=) Ingresos		28245.6	28245.6	28245.6	28245.6	28245.6	28245.6	28245.6	28245.6	28245.6	28245.6
(-) costo de mantenimiento CF		9415.2	9415.2	9415.2	9415.2	9415.2	9415.2	9415.2	9415.2	9415.2	9415.2
(-) Costos variables		8700.6	8700.6	8700.6	8700.6	8700.6	8700.6	8700.6	8700.6	8700.6	8700.6
(-) Depreciación CF		330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4	330.4
(=) Total costos		18446.2	18446.2	18446.2	18446.2	18446.2	18446.2	18446.2	18446.2	18446.2	18446.2
(=) Flujo Neto del Proyecto	-49922.5	9799.4	9799.4	9799.4	9799.4	9799.4	9799.4	9799.4	9799.4	9799.4	9799.4

Tabla 8 Punto de equilibrio pepino y tilapia

PERIODO	FLUJO
0	-49922.5
1	9799.36
2	9799.36
3	9799.36
4	9799.36
5	9799.36
6	9799.36
7	9799.36
8	9799.36
9	9799.36
10	9799.36
VAN	S/ 10,290
TIR	15%

Tabla 9 Cálculo del VAN y TIR

Al ser el VAN >0, Y TIR 15 %, el proyecto es viable económicamente y debería invertirse.

4 | CONCLUSIONES

- La mejor combinación de balance de biomasa entre la tilapia y el pepino dulce es el tratamiento T1 = 90 tilapias/30 plantones, porque el peso de los frutos obtenidos, fueron muy similares a T4 del grupo de control hidropónico de solución hidropónica La Molina; contrastando la hipótesis con la prueba de subconjuntos homogéneos de Tukey, el “P” calculado es igual a 0,723, mayor al $\alpha = 0.05$. Se ratifica con el número de frutos donde el T1 y T4 muestra un P calculado de 0,103.
- El sistema de 2 Biofiltros diseñado para 1m³ de agua con capacidad de 55 litros C/U ha tenido un resultado aceptable, porque se degradó los compuestos de amoníaco a nitrito y nitrato en rangos aceptables, la mejor dosis fue T1 = 90 tilapias/30 plantones; donde el amonio no ionizado y nitrito son menores (<) 1 (mgL-1), el nitrato se registró entre >10-<300 (mgL-1).
- El crecimiento de la tilapia no ha tenido diferencias significativas por estar controlado en invernadero la T° y otros parámetros; el alimento fue dosificado técnicamente alcanzaron pesos y tallas previstas en la tabla de dosificación Nicovita, donde la prueba de hipótesis de las diferencias de promedio de peso de la tilapia con la prueba de igualdad de Levene de varianzas de error (0.05), la P calculada es 1.00; siendo T1 = T2 = T3 = T4”.
- En Caso del de la evaluación económica el punto de equilibrio para implementar la producción es de 733.25 Kg de pepino de biomasa en frutas y 79 Kg de biomasa de tilapia, para que sea rentable se tiene que implementar en un área de 1000 m² la acuaponía de tilapia y plantones de pepino el VAN = \$/.10 000,90 TIR 15%.

REFERENCIAS

Beltrano, J. y Gimenez, D. (2015). "cultivo en hidroponía". Libros de Cátedra, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. Editorial de la Universidad la Plata.

Cantor F. (2007) "Manual de Producción de Tilapia", Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, 26 Norte 1202, Edificio "B", Col. Colagrosso, A. (2014). Instalación y manejo de sistemas de cultivo acuapónicos a pequeña escala. Disponible en el URL: http://www.elfinancierocr.com/negocios/Manual-desarrollo-cultivoacuaponico_ELFFIL20140113_0001.pdf (fHumboldt. México.

FAO (2017), "Siete reglas básicas que hay que seguir en la acuaponía", <http://www.fao.org/3/a-i4021e/index.html>.

Morales, A.H. (2019) "Diseño, construcción y evaluación de un sistema acuapónico prototipo, aplicado a tilapia gris *oreochromis niloticus* y albahaca *ocimum basilicum*", Universidad Nacional Federico Villareal. Lima. Peru.

Nicovita (2016) "Manual de crianza tilapia". <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf> Web Site: www.alicorp.com.pe

PRODUCE (2014) El cultivo de tilapia y su desarrollo en el Perú, 12 de noviembre de 2014. <http://rnia.produce.gob.pe/index.php>.

Reyes, V. y Gonzales P. E. (2016). Determinación de la relación pez planta en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) en sistema de acuaponía. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(5):984-992.

RESULTADOS PARCIAIS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE UMA PESQUISA SOBRE O PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL E SOBRE APLICATIVO DE GESTÃO AMBIENTAL – SUA UTILIZAÇÃO NO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DE ALAGOAS

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 08/01/2021

Emanoel Ferdinando da Rocha Junior

PPGASA da Fundação Educacional Jayme de
Altavila (FEJAL) do CESMAC
Maceió/AL
<http://lattes.cnpq.br/9478391371115388>

Cicera Maria Alencar do Nascimento

PPGASA da Fundação Educacional Jayme de
Altavila (FEJAL) do CESMAC
Maceió/AL
<http://lattes.cnpq.br/8276149644098435>

Adriana dos Santos Franco

PPGASA da Fundação Educacional Jayme de
Altavila (FEJAL) do CESMAC
Maceió/AL
<http://lattes.cnpq.br/7702777745168998>

Thiago José Matos Rocha

PPGASA da Fundação Educacional Jayme de
Altavila (FEJAL) do CESMAC
Maceió/AL
<http://lattes.cnpq.br/9228726128290600>

Adriane Borges Cabral

PPGASA da Fundação Educacional Jayme de
Altavila (FEJAL) do CESMAC
Maceió/AL
<http://lattes.cnpq.br/1324515505105692>

utilização no Tribunal Regional do Trabalho de Alagoas”, iniciada em 2019, promovida pelo Programa de Pós-Graduação Profissional em Análise de Sistemas Ambientais (PPGSA) do Centro de Estudos Superiores de Maceió (CESMAC). Ela decorre da necessidade de se catalogar em um único sistema os dados sobre a gestão ambiental do Judiciário Trabalhista de Alagoas, as suas metas e os resultados pretendidos, e aqueles obtidos. Esse aplicativo é de fundamental importância tanto no que se refere à condensação em um único local tais informações, bem como permite ampliar o raio de ação das políticas públicas ambientais do Tribunal. A metodologia utilizada foi a descritiva com a catalogação dos resultados parciais alcançados até o momento, cuja pesquisa está autorizada pelo TRT da 19ª Região mediante Processo Administrativo nº. 2784/2019. O resultado parcial da pesquisa demonstrou que a utilização de aplicativos para monitoramento de gestão ambiental é caminho sem retorno, notadamente porque tanto empresas quanto órgãos públicos podem e devem contribuir na redução de produção de resíduos sólidos e outros rejeitos decorrentes de sua produção industrial, empresarial e atividade pública. De maneira que é somente com ações concretas e com uso incessante de tecnologia que o meio ambiente poderá se regenerar e se manter ativo nesta e nas próximas gerações.

PALAVRAS-CHAVE: Dados catalogados. Resultados parciais. Progressos na pesquisa.

RESUMO: O presente artigo tem a finalidade apresentar dados parciais sobre uma pesquisa intitulada “Aplicativo de Gestão Ambiental – Sua

PARTIAL RESULTS AND BIBLIOGRAPHIC REVIEW OF A RESEARCH ON THE SUSTAINABLE LOGISTICS PLAN AND ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT APPLICATION – ITS USE IN THE REGIONAL COURT OF ALAGOAS WORK

ABSTRACT: The purpose of this article is to present partial data on a research entitled “Application for Environmental Management – Its use in the Regional Labor Court of Alagoas”, started in 2019, promoted by the Professional Post-Graduate Program in Environmental Systems Analysis (PPGSA) of the Center for Higher Studies of Maceió (CESMAC). It stems from the need to catalog in a single system the data on the environmental management of the Labor Court of Alagoas, its goals and the intended results, and those obtained. This application is of fundamental importance both with regard to the condensation in a single location of such information, as well as allowing to expand the scope of action of the Court’s environmental public policies. The methodology used was the descriptive with the cataloging of the partial results achieved so far, whose research is authorized by the TRT of the 19th Region through Administrative Process nº. 2784/2019. The partial result of the research demonstrated that the use of applications for monitoring environmental management is a path of no return, notably because both companies and public agencies can and should contribute to reducing the production of solid waste and other waste resulting from their industrial, business and public activity. So that it is only with concrete actions and with the constant use of technology that the environment can regenerate and remain active in this and the next generations.

KEYWORDS: Cataloged data. Parcial results. Research progress.

INTRODUÇÃO

A gestão ambiental foi implantada pelo Conselho Nacional de Justiça (CNJ) mediante Recomendação nº. 11/2007, que tinha à época o caráter facultativo, e que se tornou obrigatória depois da edição da Resolução CNJ nº. 205/2015 que estabeleceu metas pontuais para essa pasta (OLIVEIRA et al. 2016; SANTOS, BARBOSA, 2017; ROCHA JR., 2019).

Tem-se que o CNJ instituiu o Plano de Logística Sustentável (PLS) que tem por premissa, via de regra, minimizar os impactos causados ao meio ambiente pelo Poder Judiciário, bem como realizar ações voltadas para o aperfeiçoamento da gestão administrativa com foco na redução do número de impressão de documentos, energia elétrica, água e esgoto e racionalizar o uso de copos descartáveis e água envasada (CNJ, 2017; ROCHA JR., 2019).

Nesse contexto, o Tribunal Regional do Trabalho da 19ª Região, sediado na Capital de Maceió, Alagoas, editou a Resolução Administrativa nº. 105/2016 que instituiu o Plano de Logística Sustentável – PLS, em vigor desde 2016 (TRT19, 2019; ROCHA JR., 2019).

Na sequência, constata-se que o Brasil celebrou tratado sobre a “Agenda de Desenvolvimento Sustentável Pós-2015” que foi rebatizada pela ONU de “Agenda 2030”, em que consta nela 17 objetivos e 169 metas de desenvolvimento sustentáveis a serem cumpridos, e o Poder Judiciário está relacionado entre essas metas, mais precisamente no

‘Objetivo 16’, em que deve promover “Paz, Justiça e Instituições Eficazes”, destacando-se a sustentabilidade e a eficiência, sob o prisma ambiental, focada na prestação jurisdicional (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2018; ROCHA JR., 2019).

Por tais motivos o desenvolvimento de um aplicativo é de fundamental importância para se catalogar em um único sistema os dados sobre a gestão ambiental, as suas metas e os resultados pretendidos e aqueles obtidos pelo Tribunal, tanto no que se refere à condensação no aplicativo que facilita qualquer pesquisa sobre o tema, bem como permite, assim, ampliar o raio de ação das políticas públicas ambientais do TRT de Alagoas (ROCHA JR., 2019).

A condensação dos indicadores anuais das metas estratégicas neste aplicativo permitirá, com isso, avaliar o progresso do Plano de Logística Sustentável do TRT de Alagoas considerando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) do Poder Judiciário e a Agenda 2030 (CNJ, 2017; ROCHA JR., 2019).

Nesse sentido, os resultados parciais apresentados neste artigo têm a finalidade bifronte de evidenciar tanto os avanços ocorridos na pesquisa quanto os indicadores alcançados pela Justiça do Trabalho em Alagoas relativo aos objetivos de desenvolvimento sustentável, com utilização, evidentemente, dos dados catalogados até o presente momento (CNJ, 2017; ROCHA JR., 2019).

OBJETIVO

Apresentar resultados parciais com finalidade de evidenciar tanto os avanços ocorridos na pesquisa quanto os indicadores alcançados pela Justiça do Trabalho em Alagoas, relativo aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS – Agenda 2030), bem como às metas destacadas no Planejamento Estratégico – 2015/2020 e no Programa de Logística Sustentável – PLS para que tais informações sejam lançadas oportunamente no aplicativo de gestão ambiental do TRT da 19ª Região (MARCONI; LAKATOS, 2011; ROCHA JR., 2019).

METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a descritiva quantitativa, cuja abordagem consistiu na coleta dos dados das metas estratégicas que foram alinhadas e alcançadas até este momento, para que constem informações exatas e coerentes, as quais estão contidas no Relatório Anual do Plano de Logística Sustentável do TRT19, elaborado pela Secretaria de Gestão Estratégica (SGE) desde 2016 até 2020, localizada na Av. da Paz, 2076 Centro – CEP: 57020–440 – Maceió – Alagoas, pesquisa autorizada Pelo TRT de Alagoas, por meio do Processo Administrativo nº. 2784/2019 (MARCONI; LAKATOS, 2011).

O aplicativo de gestão ambiental do TRT da 19ª Região está sendo construído pela

equipe de pesquisa com suporte do PPGASA CESMAC, pela orientadora Prof^a. Dr^a. Adriane Borges Cabral e co-orientadora Prof^a. Dr^a. Camila Calado, além do apoio incomensurável do eg. TRT de Alagoas (MARCONI; LAKATOS, 2011).

A revisão bibliográfica teve como base o Google Acadêmico, SciELO, Science Direct e Mendeley com os seguintes descritores: “aplicativo”; “gestão ambiental”; “aplicativo de sistema de gestão ambiental”; “aplicativo ambiental da justiça do trabalho” que permitiu, desta forma, listar o quantitativo de publicações nessa temática. Posteriormente será realizada leitura dos títulos e resumos e seleção dos artigos mais relevantes quando da respectiva elaboração de minuta de qualificação oportunamente (MARCONI; LAKATOS, 2011).

As etapas que atualmente estão em execução para o desenvolvimento do aplicativo compreendem a produção inicial das telas utilizando o MARVEL, a construção do protótipo de alta fidelidade, a avaliação do protótipo com aplicação de questionário de avaliação da eficiência do modelo de aceitação da tecnologia por especialistas na área de informática e meio ambiente, utilizando questionário no *google forms* (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Em seguida ocorrerá a programação do aplicativo, patente do software e disponibilização do aplicativo na Play Store (MARCONI; LAKATOS, 2011).

RESULTADOS PARCIAIS

Revisão bibliográfica

No que pertine à revisão bibliográfica, utilizando-se as bases de dados: Google Acadêmico, SciELO, Science Direct, Mendeley com uso dos descritores relacionados: “aplicativo”; “gestão ambiental”; “aplicativo de gestão ambiental”; “aplicativo ambiental da justiça do trabalho”; do período de 2010 a 2020, em que chegou-se aos seguintes resultados:

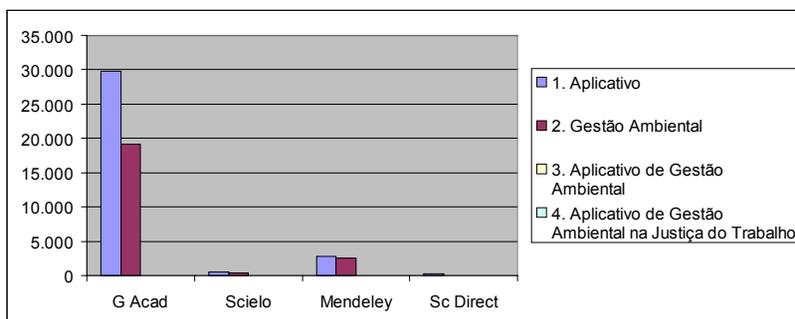


Figura 1. Total de publicações sobre as temáticas pesquisadas.

Fonte: O autor, 2020.

Na pesquisa realizada no Google Acadêmico, foram listados 29.800 artigos sobre aplicativos; 19.200 sobre gestão ambiental; aplicativo de gestão ambiental foram 20 artigos; e não foram encontrados artigos sobre aplicativo de gestão ambiental da justiça do trabalho.

Por meio da catalogação promovida no **SciELO**, foram catalogados 499 artigos sobre aplicativos; 443 sobre gestão ambiental e não foram encontrados artigos sobre aplicativo de gestão ambiental e aplicativo de gestão ambiental da justiça do trabalho.

Através de consulta no **Science Direct**, foram relacionados 307 artigos sobre aplicativos; 56 artigos sobre gestão ambiental e não foram encontrados artigos sobre aplicativo de gestão ambiental e aplicativo de gestão ambiental da justiça do trabalho.

Mediante coleta lançada no **Mendeley**, foram compilados 2.803 artigos sobre aplicativos; 2.598 sobre gestão ambiental e não foram encontrados artigos sobre aplicativo de gestão ambiental e aplicativo de gestão ambiental da justiça do trabalho.

Por fim, ao consultar as plataformas Science Direct, Goggle Acadêmico, SciELO e Mendeley, verificou-se um total de compilados 33.409 artigos sobre “aplicativos”; 22.297 artigos sobre “gestão ambiental”; 20 artigos sobre “aplicativo de gestão ambiental”; e não foram encontrados artigos sobre “aplicativo de gestão ambiental da justiça do trabalho”.

Indicadores do Programa de Logística Sustentável do TRT19ª

O gráfico abaixo demonstra a eficiência do Plano de Logística Sustentável (PLS) do período de 2015 a 2019, tendo em conta que os dados de 2020 ainda serão catalogados pela Comissão do Relatório Técnico do PLS em janeiro de 2021, abaixo, a saber:

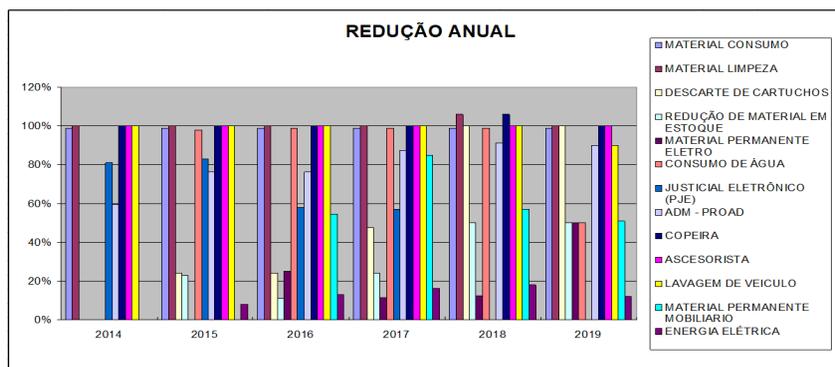


Figura 2. Gráfico de redução anual dos indicadores do PLS.

Fonte: Indicadores do PLS do TRT da 19ª, 2020.

Em relação ao Material de Consumo, cuja meta é “Reduzir em, pelo menos, 10% o valor total do acervo”, obteve-se os resultados:

Valor de Referência (2015/2016): R\$ 1.129.618,77.

Valor em Dezembro de 2017: R\$ 491.864,83.

Valor em Dezembro de 2018: R\$ 458.868,10.

Valor em Dezembro de 2019: R\$ 576.745,00.

(Redução de 51,06%).

Em relação à meta “Reduzir em 5% a diversidade de itens (classe) em estoque”, os resultados foram:

Valor de Referência (2015/2016): 921 itens.

Valor em Dezembro de 2017: 633 itens.

Valor em Dezembro de 2018: 632 itens.

Valor em Dezembro de 2019: 645 itens.

(Redução em 29,98%).

Em relação à meta “Reduzir em 70% o percentual de materiais inservíveis” foram obtidos os resultados:

Valor de Referência (2015/2016): 93 itens.

Valor em Dezembro de 2017: 0 itens.

Valor em Dezembro de 2018: 21 itens¹.

Valor em Dezembro de 2019: 11 itens.

(Redução em 88,17%).

Por sua vez, para a meta “Reduzir o consumo médio por unidade” obtivemos:

Valor de Referência (2015/2016): R\$ 6.988,23.

Valor em Dezembro de 2017: R\$ 4.089,17.

Valor em Dezembro de 2018: R\$ 3.062,21.

Valor em Dezembro de 2019: R\$ 2.687,48.

(Redução de 61,54%).

Em relação à destinação de carcaças de cartuchos de impressoras, obedecendo-se às normas esculpidas na Lei Federal nº. 8.666/93, Decreto nº. 99.658/1990, Decreto nº. 9.373/2018, Resolução nº. 201/2015 do C. CNJ, Ato do C. TST nº. 542/GP/2016 e RA TRT19^a/GP nº. 10/2013, tem – se os seguintes resultados, abaixo, a saber:

¹ Observe-se que em 2018 foi ano eleitoral e segundo decisão do TSE, a qual possui repercussão geral em toda administração pública do país, não se pode realizar doações por vedação legal, inteligência no art. 73, §10, da Lei nº. 9.504/97 – “No ano em que se realizar eleição, fica proibida a distribuição gratuita de bens, valores ou benefícios por parte da Administração Pública, exceto nos casos de calamidade pública, de estado de emergência ou de programas sociais autorizados em lei e já em execução orçamentária no exercício anterior, casos em que o Ministério Público poderá promover o acompanhamento de sua execução financeira e administrativa”. (TSE. Res. nº. 23.291/2010).

ITEM/ANO	2015	2016	2017	2018	2019	Percentual (%)
CARTUCHOS	10 Kg	50 Kg	1.150 Kg	350 Kg	202 Kg	100%

Tabela 1. Destinação dos cartuchos.

Fonte: PLS/TRT19^a, 2020

Para a Energia Elétrica² (Meta 17 “Reduzir o consumo em 15% até 2020” e “Reduzir a energia elétrica em horário de ponta e fora de ponta”):

Valor de Referência (2015/2016):

- Ponta: 114.358 kWh.
- Fora de Ponta: 1.974.396 kWh.

Valor em Dezembro de 2017:

- Ponta: 85.173 kWh. (Redução 25,52%).
- Fora de Ponta: 1.670.947 kWh.
(Redução 15,36%).

Valor em Dezembro/2018:

- Ponta: 87.262 kWh. (Redução: 23,69%).
- Fora de Ponta: 1.708.564 kWh.
(Redução 13,46%).

Valor acumulado até Dezembro de 2019:

- Ponta: 83.280. (Redução de 27,18%).
- Fora de Ponta: 1.698.099.
(Redução de 13,94%).

Em relação à Água e Esgoto: (Meta 18 do CNJ: Reduzir o consumo de água em 7,5%, até 2020, com base o exercício 2015) e o Desafio nº. 1 – Conscientização para o consumo de água. Com isso, foi realizada pela Coordenadoria de Comunicação Social deste Tribunal campanha no sentido de promover o uso consciente e o consumo responsável de água, tendo como resultado a redução do consumo de água comparando com o ano de 2015 (TRT19, 2019), como se observa na tabela:

² Apenas por elucidação compreende-se que, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, a energia de “ponta” é aquela que acontece no horário de “pico”, em que a tarifa de energia elétrica é mais cara por causa da oferta e da demanda. Enquanto que o termo “fora de ponta”, por conseguinte, decorre do consumo fora do horário de pico de energia, consistindo, assim, no valor mais barato do Kw/h. (ANEEL, 2019).

ANO	META (M³)	RESULTADO	PERCENTUAL
2015	11.157	11.397	+ 102,15%
2016	10.257	10.747	+ 104,78%
2017	10.713	7.960	- 25,70%
2018	10.656	8.324	- 21,88%
2019	10.596	8.736	- 21,70%

Tabela 2. Redução no consumo de água de torneira.

Fonte: PLS/TRT19^a, 2020.

Em relação à Coleta Seletiva e Ações Ambientais: (Meta 22 do CNJ: Promover coleta seletiva e ações ambientais). Objetiva-se Aumentar a quantidade de materiais secos recolhidos junto aos magistrados e servidores (a) e Aumentar a quantidade de materiais especiais recolhidos junto aos magistrados e servidores (b):

a) Valor de Referência (2015/2016): 8.194 Kg.

Valor em Dezembro de 2017: 10.907 Kg.

Valor em Dezembro de 2018: 9.179 Kg.

Valor em Dezembro de 2019: 11.047 Kg.

b) Valor de Referência (2015/2016): 20,5 Kg.

Valor em Dezembro de 2017: 18,5 Kg.

Valor em Dezembro de 2018: 70 Kg.

Valor em Dezembro de 2019: 18 kg.

Nesse contexto, este Regional Trabalhista conseguiu resultados bastante significativos nos resultados das metas de consumo de energia elétrica, dos serviços públicos de água e esgoto, de material de consumo e do custo da frota por quilômetro rodado:

NÚMERO DA META DO TRT19	INDICADOR	META EM 31/12/2019	RESULTADO EM 31/12/2019	SITUAÇÃO DA META
17	Consumo de energia elétrica (em Kw/h) por mês.	182.247 Kw/h	170.609 Kw/h	Cumprida
18	Consumo de água (em m3) por mês.	883 m3	728 m3	Cumprida
19	Consumo de material de expediente por mês.	R\$ 37.410,25	R\$ 22.395,67	Cumprida
20	Custo por Km rodado (em reais).	R\$ 1,51	R\$ 2,03	Não Cumprida

21	Quantidade de eventos dedicados ao Direito, à Justiça do Trabalho e à memória institucional.	6 eventos	16 eventos	Cumprida
22	Quantidade de eventos dedicados a promover ações socioambientais.	5 eventos	10 eventos	Cumprida

Tabela 3. Metas alcançadas pelo TRT de Alagoas no final de 2019.

Fonte: PLS/TRT19^a, 2020

CONCLUSÃO DOS RESULTADOS PARCIAIS

O resultado parcial da pesquisa demonstrou que as metas do Programa de Logística Sustentável (PLS) do TRT de Alagoas estão surtindo os efeitos positivos esperados, bem como a pesquisa sobre a criação e utilização de aplicativo para monitoramento de gestão ambiental é caminho sem retorno porque tanto empresas quanto órgãos públicos podem e devem contribuir na redução de produção de resíduos sólidos, lixo e outros rejeitos decorrentes de sua produção industrial e atividade pública. De maneira que é somente com ações concretas e com uso incessante de tecnologia que o meio ambiente poderá se regenerar e se manter ativo nesta e nas próximas gerações.

AGRADECIMENTOS

A equipe externa os efusivos agradecimentos pelo apoio incomensurável, integral atenção e também fidalguia sempre dispensados por todos os professores e colaboradores do PPGASA CESMAC, sem os quais o presente trabalho não teria o mesmo brilho. Bem como agradecemos imensamente ao *eg.* TRT de Alagoas. Nosso muito obrigado a todos!

REFERÊNCIAS

ANNEL. **Tarifa Branca**. Fonte: <http://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>. Data de Acesso: 25/05/2019.

BRANCO, Luiza Szczerbacki Castello. **A Disseminação do Planejamento Estratégico no Poder Judiciário Brasileiro**. Revista Eletrônica de Gestão e Contabilidade da Universidade Federal do Piauí. Endereço: <http://www.atena.org.br/revista/ojs-2.2.3-06/index.php/GECONT/article/viewFile/2513/2147>. Data do acesso: 14/04/2019.

CAMPELO, Norberto. **Panorama do Plano de Logística Sustentável no Poder Judiciário (PLS/PJ)**. CNJ. Brasília: 2017. Endereço eletrônico: <https://portal.tcu.gov.br/data/files/6E/43/88/5F/D24FC5108BCB7CC51A2818A8/3.%20Panorama%20do%20Plano%20de%20Log%3%ADstica%20Sustent%3%A1vel%20no%20Poder%20Judici%3%A1rio.pdf>. Data de acesso: 14/04/2019.

CHAVES JÚNIOR, José Eduardo de Resende; RODRIGUES, Bruno Alves; PAES LEME, Ana Carolina Reis. **Tecnologias disruptivas e a exploração do trabalho humano**. São Paulo: LTR, 2017.

CNJ. **Plano de Logística Sustentável do CNJ**. Fonte: <http://www.cnj.jus.br/programas-e-acoess/pj-gestao-socioambiental/plano-de-logistica-sustentavel-do-conselho-nacional-de-justica-pls-cnj>. Data de acesso: 14/04/2019.

CSJT. CONSELHO SUPERIOR DA JUSTIÇA DO TRABALHO. **Programa de Logística Sustentável**. Fonte: <http://www.tst.jus.br/web/nsa/plano-de-logistica-sustentavel>. Data de acesso: 21/06/2019.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

OLIVEIRA, L. G. L.; et al. [2016]. **A Gestão Ambiental no Poder Judiciário: Estudo Exploratório de um Tribunal de Justiça**. Fonte: https://www.researchgate.net/publication/297656121_A_Gestao_Ambiental_no_Poder_Judiciario_Estudo_Exploratorio_de_um_Tribunal_de_Justica. Data de acesso: 17/05/2019.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2018. **Agenda 2030**. Fonte: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Data de acesso: 21/06/2019.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Comissão Nacional para os objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2017**. Fonte: <http://www4.planalto.gov.br/ods/menu-de-relevancia/comissao-ods>. Data de acesso: 21/06/2019.

ROCHA JR, E. F.; FRANCO, Adriana; DO NASCIMENTO, Cicera; ANDRADE, Bianca; MARANHÃO, Tereza; CABRAL, Adriane. **PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DO TRT DE ALAGOAS**. In: IX ENCONTRO – ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL, 2019, Maceió. LIVRO DE TRABALHOS COMPLETOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSO – ANAIS DO IX ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL – ENCCULT 2019. Maceió: GCaatinga, 2019. v. 8. p. 667–675.

ROCHA JR, E. F.; DO NASCIMENTO, Cicera; MARANHÃO, Tereza; ROCHA, Mabel; Natanael de Oliveira Silva; ROCHA, THIAGO JOSÉ MATOS; AZEVEDO, Rodney; PAVÃO, Jessé Marques da Silva Júnior; SANTOS, Aldenir Feitosa dos; SANTANA, Selenobaldo Alexinaldo Cabral de; CABRAL, Adriane. **A JUSTIÇA DO TRABALHO DE ALAGOAS NO ATUAL CENÁRIO SOCIOAMBIENTAL – ENFOQUE NA ECO REDE, PLS, LIODS E AGENDA 2030 DA ONU**. In: III CONGRESSO DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE – PPGASA CESMAC, 2019, MACEIÓ – ALAGOAS. III CONGRESSO DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE – PPGASA CESMAC. Maceió: Rede de Bibliotecas Cesmac, 2019. v. 3. p. 135-141.

ROCHA JR, E. F.; DO NASCIMENTO, Cicera; ROCHA, Mabel; MARANHÃO, Tereza; Natanael de Oliveira Silva; CABRAL, Adriane. **CONTRATAÇÕES SUSTENTÁVEIS NA JUSTIÇA DO TRABALHO DE ALAGOAS**. In: XI ENCONTRO BRASILEIRO DE ECOLOGIA QUÍMICA – XI BRAZILIAN MEETING ON CHEMICAL ECOLOGY, 2019, MACEIÓ – ALAGOAS. Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Paraíba: Editora Verde, 2019. v. 9. p. B 105–B 105.

ROCHA JR, E. F.; DO NASCIMENTO, Cicera; ROCHA, Mabel; MARANHÃO, Tereza; Natanael de Oliveira Silva; CABRAL, Adriane. **A ECOREDE E AS AÇÕES DO PLS NO TRT DE ALAGOAS**. In: XI ENCONTRO BRASILEIRO DE ECOLOGIA QUÍMICA – XI BRAZILIAN MEETING ON CHEMICAL ECOLOGY, 2019, MACEIÓ – ALAGOAS. Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Paraíba: Editora Verde, 2019. v. 9. p. B 104–B 104.

ROCHA JR, E. F.; DO NASCIMENTO, Cicera; MARANHÃO, Tereza; ROCHA, Mabel; Natanael de Oliveira Silva; ROCHA, THIAGO JOSÉ MATOS; AZEVEDO, Rodney; CABRAL, Adriane. **INDICADORES DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DO TRT DE ALAGOAS ENQUANTO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO DAS METAS ESTRATÉGICAS PREVISTAS PARA O QUINQUÊNIO 2015/2020**. In: III CONGRESSO DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE – PPGASA CESMAC, 2019, MACEIÓ – ALAGOAS. III CONGRESSO DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE – PPGASA CESMAC, 2019.

ROCHA JR, E. F.; FRANCO, Adriana; DO NASCIMENTO, Cicera; ANDRADE, Bianca; MARANHÃO, Tereza; CABRAL, Adriane. **PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DO TRT DE ALAGOAS** – IX ENCULT. In: IX ENCULT – ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL, 2019, Maceió. LIVRO DE RESUMOS – ANAIS DO IX ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL – ENCCULT 2019. Maceió: GCaatinga, 2019. v. 8. p. 60–60.

SANTOS; BARBOSA; da SILVA. **A importância da Resolução nº. 201/2015 do Conselho Nacional de Justiça para a promoção da sustentabilidade.** Fonte: <https://jus.com.br/artigos/56261/a-importancia-da-resolucao-n-201-2015-do-conselho-nacional-de-justica-para-a-promocao-da-sustentabilidade>. Data de acesso: 14/04/2019.

SLAIB FILHO, Nagib. **Magistratura e Gestão Judiciária.** Rio de Janeiro: Forense, 2016.

TRT19. TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DA 19ª REGIÃO. **Plano de Logística Sustentável.** Fonte: <https://trt19.jus.br/portalTRT19/conteudo/25>. Data de acesso: 25/05/2019.

TST. TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO. **Plano de Logística Sustentável.** Fonte: <https://juslaboris.tst.jus.br/handle/20.500.12178/75593>. Data de acesso: 25/05/2019.

OBSTRUÇÃO POR CORPO ESTRANHO EM INGLÚVIO DE CALOPSITA (*Nymphicus hollandicus*) – RELATO DE CASO

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 22/01/2021

Diogo Joffily

Centro Universitário de Formiga UNIFOR - MG
Formiga – MG
<http://lattes.cnpq.br/7202882205175104>

Giovanna Medeiros Guimarães

Centro Universitário de Formiga UNIFOR - MG
Formiga – MG
<http://lattes.cnpq.br/9578370092731298>

Jéssica Rodrigues Assis de Oliveira

Centro Universitário de Formiga UNIFOR - MG
Formiga – MG
<http://lattes.cnpq.br/8312007268557725>

Tábata Torres Megda

Médica Veterinária autônoma
Belo Horizonte – MG
<http://lattes.cnpq.br/2854395323198723>

Bianca Moreira de Souza

Médica Veterinária autônoma
Belo Horizonte - MG
<http://lattes.cnpq.br/6630780353294864>

RESUMO: A calopsita (*Nymphicus hollandicus*) é uma ave nativa da Austrália, que está cada vez mais presente na família brasileira. Muitas pessoas que adquirem estas aves não conhecem especificamente seu manejo, consequentemente acaba existindo acidentes por obstruções por corpos estranhos e comportamentos estereotipados nessas espécies. Diante disso

há uma necessidade crescente de compreender o tipo de habitat, comportamento, manejo e alimentação dessas aves. Nesse sentido as consultas de animais silvestres e exóticos estão sendo cada vez mais procuradas. Em casos como este de obstrução o médico veterinário precisa saber diagnosticar e diferenciar da forma correta, para que ele possa proceder mediante ao diagnóstico na melhor escolha terapêutica. Neste relato de caso de ingestão de corpos estranhos, a definição do melhor protocolo terapêutico foi a ingluvitomia, pois esse é um procedimento simples, e que permite a remoção destes corpos estranhos sem demais processos.

PALAVRAS-CHAVE: Enriquecimento ambiental. Ingluviotomia. Protocolo anestésico.

STRANGE BODY OBSTRUCTION IN CALOPSITE (*Nymphicus hollandicus*) - CASE REPORT

ABSTRACT: The cockatiel (*Nymphicus hollandicus*) is a bird native to Australia, which is increasingly present in the Brazilian family. Many people who acquire these birds do not know their management specifically, consequently there are accidents due to obstruction and stereotyped behavior in these species. Therefore, there is a growing need to understand the type of habitat, behavior, management and feeding of these birds. In this sense, consultations with wild and exotic animals are being increasingly sought after. In cases like this of obstruction by foreign bodies, the veterinarian needs to know how to diagnose and differentiate correctly, so that he can proceed with the diagnosis in the best therapeutic choice.

In this case report of ingestion of foreign bodies, the definition of the best therapeutic protocol was ingluvitomy, as this is a simple procedure, which allows the removal of these foreign bodies without other processes.

KEYWORDS: Environmental enrichment. Foreign bodies. Ingluviotomy.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior diversidade de aves da família Psittacidae do mundo (MORAES, 2010). Essa diversidade inclui principalmente aves nativas, mas também animais de fauna exótica, onde alguns são criados de forma doméstica (ZAGO, 2008).

Dentre esses animais criados de forma doméstica, a calopsita (*Nymphicus hollandicus*), nativa da Austrália, que pertence à ordem dos Psitaciformes e a família Cacatuidae (SILVA *et al.*, 2014) é uma das espécies mais comuns de serem criadas como pet. Isso se dá devido a sua docilidade e aparência, além de ser um animal de aquisição fácil (GRESPLAN, 2009 apud LUZ, 2016).

A espécie começou a aparecer no Brasil no ano de 1970, devido ao transporte à exportação destes pássaros do seu país de origem para o mundo, onde, atualmente não é permitida mais essa exportação. Os exemplares que ainda existem são devido a dois fatores importantes: (1) Por serem aves resistentes a climas áridos e semi-árido se adaptando bem ao clima brasileiro e (2) aos criadores que realizam cruzamentos genéticos tornando cada vez mais barato e acessível a aquisição dessas aves (SILVA *et al.*, 2014).

Sendo assim, as calopsitas são extremamente curiosas, e por estarem cada vez mais popularizadas podem vir a se tornar comuns casos que envolvam a ingestão de corpos estranhos por esses animais. Logo, este estudo tem como objetivo relatar um caso clínico e explanar algumas dúvidas para criadores, tutores e médicos veterinários sobre o manejo alimentar de aves criadas em casa soltas ou em gaiolas, além de informar sobre melhorias no manejo para evitar a ingestão de matérias não digeríveis.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O interesse por aves silvestres surge muitas das vezes, pelo carisma e a beleza que alguns exemplares apresentam, contribuindo assim, conseqüentemente, pelo interesse do comércio ilegal. Esta situação não é diferente para os animais exóticos, que estão cada vez mais populares entre os humanos CASTRO *et al.* (2013).

O tráfico de animais é um ato criminoso cometido por pessoas que não possuem conhecimento e/ou que se encontram em situações de pobreza, no qual sua única fonte de renda está ligada a esta atividade, afinal, o comércio ilegal movimentava milhões de dólares anualmente em todo mundo, ficando atrás apenas do tráfico de armas e drogas. As conseqüências do tráfico são inúmeras, onde uma das principais é a pequena porcentagem de animais que sobrevive uma vez que além das condições precárias de transportes,

também ocorrem os riscos de não se adaptarem ao cativeiro, além do manejo inadequado, e da recusa de alimentos (ZAGO, 2008).

LUZ (2016) explica que grande parte das pessoas que recebem estes animais desconhece o habitat, as características comportamentais, entre outras informações que se tornam essenciais para que as aves possam se adaptar e sobreviver. Além disso, segundo PEREIRA (2019) o manejo deve ser pensado e realizado de forma que as aves se sintam em seu habitat natural, e para isso é necessário simular alguns detalhes do seu habitat na natureza no ambiente de vivência deste animal, seja esse uma gaiola ou viveiros, propiciando assim um maior Bem-estar animal. Esses “cativeiros” além de tudo devem possuir um espaço suficiente para locomoção, abertura das asas, e devem permitir a distribuição de alguns galhos e folhas harmonizando o ambiente e promovendo algo o mais próximo do natural (CABRAL, 2014). O tipo de alimentação, que também incide sobre o manejo, diz muito sobre cada espécie uma vez que cada ave está relacionada com certo tipo de frutas e sementes que devem ser ingeridas de acordo com seu hábito (CABRAL, 2014).

Nesse sentido, STEIN *et. al.* (2014) ressalta que os acidentes estão se tornado cada vez mais comuns, tanto com animais silvestres, quanto em exóticos. Foi relato pelo autor um caso de obstrução em répteis verdes (*Iguana iguana*) que devido a falta de conhecimento nutricional e do manejo, ocasionou a ingestão de objetos colocados para enriquecimento ambiental da sua gaiola, gerando um problema no trato gastrointestinal. A ingestão de areias ou pedras na maioria das ocorrências é de forma acidental no momento da captura do alimento, e em alguns casos podem ser decorrentes a estresse.

Segundo NASCIMENTO *et. al.* (2015), os casos de ingestão de corpos estranhos pelas aves, afeta principalmente o papo, que também conhecido como inglúvio e que serve para armazenar alimentos. Assim, quando esses objetos ficam por muito tempo obstruindo qualquer parte do sistema gástrico pode ser provocado lesões e dificuldades na alimentação, onde conseqüentemente, pode evoluir para a ruptura do órgão.

Diante do crescente número de casos por obstrução, o enriquecimento ambiental deve ser feito com base nos conhecimentos prévios sobre técnicas de manejo, para saber quais são os tipos de materiais e brinquedos a serem colocados e a durabilidade deles (LUZ, 2016). Segundo CABRAL (2014) este enriquecimento ambiental além de promover conforto e tranquilidade para as aves, promove uma distração e ameniza o estresse e evitando comportamentos agressivos, automutilações e fraturas.

A estereotipia apresentada pelo animal é um indicativo que o enriquecimento ambiental ainda não está sendo realizado de forma satisfatória, podendo ser um indicativo de estresse, ou má alimentação. São inúmeras as estereotipias apresentadas, onde as mais frequentes dizem a respeito do tamanho do ambiente e da nutrição. Devido aos espaços inadequados para o tamanho do animal, as aves nesses casos realizam movimentos curtos e repetitivos, já as estereotipias nutricionais demonstram que há necessidade de melhorar

a distribuição de alimentos dentro das gaiolas para que aves possam explorar o ambiente melhor mantendo sua aptidão para encontrar seu alimento (CABRAL, 2014).

A dinâmica alimentar é uma técnica muito eficaz, que consiste em fornecer o alimento com tamanho diferente, em menores quantidades e com maior frequência durante o dia para que as aves possam estimular seus extintos. TELLES *et al.* (2015) explicam que em alguns casos, mesmo quando o manejo ambiental está sendo realizado da forma adequada as aves apresentam comportamentos compulsivos, como, a automutilação (arrancamento das penas), e outros. Nesses casos, além da melhora do ambiente, é necessário uma adequação no manejo alimentar.

Nesse sentido as consultas de animais silvestres e exóticos estão sendo cada vez mais procuradas, e não é muito diferente da consulta tradicional de pequenos animais. Durante o atendimento deve-se obter o máximo de informações com histórico do paciente, onde é necessário conter dados relacionados ao ambiente que o animal habita, a realização do manejo e a dinâmica de alimentação, além de ser importante levar em consideração a raça, sexo, idade e se possui outras aves no mesmo recinto (PEREIRA, 2019). De acordo com CABRAL (2014) a avaliação do escore corporal das aves também é importante para avaliar a nutrição, além da avaliação das características das fezes.

Também devem ser lembrados os diagnósticos diferenciais nos casos de obstrução por corpos estranhos, onde, infecções fúngicas e massas no papo podem ser passíveis de serem confundidas com esse tipo de patologia (NASCIMENTO *et. al.*, 2015).

Os exames complementares nesse caso como hemograma e exames de imagem são os mais precisos nos diagnósticos desses casos (PEREIRA, 2019). A avaliação radiográfica das aves é mais nítida do que os outros animais devido à presença dos sacos aéreos que permite uma melhor visualização da cavidade celomática, sendo importante a realização do posicionamento adequado para que não ocorra sobreposição das asas e dos membros pélvicos (TONDELA, 2018).

PEREIRA (2019) também explica que nesses casos, as radiografias de aves precisam ser realizadas após a contenção química, assim existe um menor índices de erros na realização do exame como distorção das imagens, sobreposições de imagens, estresse do animal, ocorrendo também uma diminuição do tempo de exposição à radiação. As técnicas radiográficas são as mesmas de qualquer outro animal sendo necessário realizar duas projeções ventro-dorsal e a latero-lateral para cada estrutura, principalmente para avaliação da cavidade celômica (PEREIRA, 2019).

Para a realização do protocolo de tratamento podemos contar com a terapêutica medicamentosa nos casos brandos, ou cirúrgica (NASCIMENTO *et. al.*, 2015). Para os casos cirúrgicos, as técnicas e estudos que começaram a ser desenvolvidos e aplicados juntamente com a evolução da anestesiologia, tiveram início somente em 1985 com a utilização do isoflurano, e foram percebidos que os procedimentos cirúrgicos de longa duração poderiam ser realizados com maior tranquilidade, sendo assim, mesmo na

atualidade, esse medicamento é um dos mais utilizados nessa relação (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

3 | RELATO DE CASO

Foi atendido em um hospital veterinário particular em Belo Horizonte – MG uma ave, de três anos de idade e sexo indeterminado, da Família Psittacidae, da espécie *Nymphicus hollandicus* e nome comum Calopsita. A queixa clínica cursava com regurgitação de alimento e secreção mucosa há cinco dias, inapetência há dois dias, com ausência de ingestão de alimentos e água há um dia, além de movimento estereotipado que vinha intensificando-se com o passar dos dias. Há um dia, a regurgitação havia se tornado espumosa e de odor fétido. Foi relatado também que há cinco dias a ave havia reduzido seus hábitos e sua movimentação, encontrando-se sonolenta durante o dia, com penas eriçadas (encorujada) e com alterações comportamentais movimentando de forma sequenciada a cabeça seguido de regurgitação.

Durante o histórico, houve a informação de que a paciente já havia sido tratada há alguns meses para infecção em trato digestório, e que nessa ocasião apresentava-se de forma semelhante, clinicamente. Durante anamnese, foi constatado que a paciente era criada solta em casa e que sempre estava de forma bem participativa na rotina da família. Questionado então sobre a possibilidade da paciente ingerir objetos estranhos, o responsável relatou ampla curiosidade e destruição de muitos objetos que encontra na casa e que em algumas ocasiões, já havia visto a regurgitação de fragmentos destes objetos.

Ao exame clínico verificou-se aumento da frequência respiratória, frequência cardíaca normal, fezes amolecidas de baixo volume e coloração esverdeada, além de secreção mucosa de odor fétido em cavidade oral, bico e penas adjacentes. A inspeção, escore corporal III em escala de I a V e movimento estereotipado frequente, sem alteração em cavidade oral. A palpação revelou incomodo em região de papo e aumento de volume nesta região, de aproximadamente 3x2 cm, firme a manipulação e fixo.

A radiografia, como mostra as figuras 1 e 2 abaixo, revelou presença de material radiopaco em topografia de papo sem conclusão do que seria a estrutura. Foi feito sondagem da paciente via oral e constatou-se a falta de progressão da sonda por qualquer dos lados da estrutura.



Figura 1. Exame radiográfico

Fonte: Autoria própria.



Figura 2. Exame radiográfico

Fonte: Autoria própria.

Devido ao histórico e anamnese, exame clínico, exame hematológico, onde não foram encontradas alterações, e exame de imagem, a paciente foi encaminhada para cirurgia de ingluviotomia (Figuras 3 e 4) de urgência devido a suspeita de obstrução total de trato digestivo e impossibilidade de ingestão de alimento e nutrição.

O protocolo anestésico utilizado foi de medicação pré-anestésica com 10 mg/kg de Cetamina associada a 1 mg/kg de Midazolam, ambos sendo aplicados por via intra-muscular, seguida de indução anestésica com isoflurano via máscara, intubação e manutenção em plano anestésico com Isoflurano. Para a analgesia foi realizado bloqueio local infiltrativo na linha de incisão, com 1 mg/kg de Lidocaína, na diluição de dez vezes. A antisepsia cirúrgica foi iniciada com aparo das penas com tesoura e realizada com PVPI degermante, soro fisiológico estéril e PVPI tópico.



Figura 3. Aves sendo preparada para a cirurgia de ingluviotomia.

Fonte: Autoria própria.



Figura 4. Região de aparo das penas para incisão.

Fonte: Autoria própria.

A técnica cirúrgica de ingluviotomia (Figuras 5 e 6) foi iniciada com uma incisão cutânea em topografia de inglúvio sobre o local do referido aumento de volume. Em seguida, divulsão romba, identificação do inglúvio, posicionamento de sutura de reparo com fio cirúrgico nylon 5-0, incisão do inglúvio e exploração. Foi identificado o aumento de volume como um corpo estranho composto de multifragmentos (Figura 7), sendo identificadas partes de plástico, pelos e cabelos, além de outros fragmentos não identificados, associados a alguns grãos de painço.



Figura 5. Apreensão do corpo estranho

Fonte: Autoria própria.



Figura 6. Retirada do corpo estranho

Fonte: Autoria própria



Figura 7. Corpo estranho mensurado por paquímetro.

Fonte: Autoria própria.

Foi feita apreensão da massa com peça anatômica dente de rato, e liberação associada à criteriosa tração. A massa removida apresentava o formato do trato digestivo, iniciando no inglúvio e seguindo até o proventrículo. A ingluviotomia foi realizada com fio

cirúrgico monofilamentar absorvível 5-0 em padrão de sutura x em obliquo e a dermorrafia com nylon 6-0 em padrão de sutura simples separado. No pós-operatório foi administrado e prescrito Maxicam 0,2 mg/kg a cada 24 horas, Cloridrato de Tramadol 5mg/kg a cada 12horas, com indicação de alimentação com papa especifica para a espécie durante cinco dias. Foi administrado e prescrito também, amoxicilina com clavulanato na dose de 50mg/ Kg a cada 12 horas.



Figura 8. Ave anestesiada após retirado do corpo estranho.

Fonte: Aatoria própria.

No pós-operatório (Figura 8) imediato a paciente retornou rapidamente da anestesia, adotando a posição de estação. No entanto notou-se a presença de ventroflexão cervical, que persistiu por 1 hora após a recuperação anestésica cessando a estereotipia comportamental. Os pontos dérmicos foram retirados com oito dias de pós-operatório, já com a alimentação normal reestabelecida e não houve intercorrências durante o procedimento e nem durante o pós-operatório.

4 | DISCUSSÃO

Diante o caso exposto foi visto que a calopsita é uma das aves que está cada vez mais presente na família brasileira, e que, mesmo com essa interação se apresentando cada vez mais forte ainda é pouco o conhecimento de habitat, comportamento, manejo e alimentação dessas aves (LUZ, 2016). Nesse sentido ressalta-se que os casos de ingestão de corpos estranhos pode ser uma causa muito frequente, e que pode gerar transtornos nessas aves principalmente quando relacionadas ao Inglúvio (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

Portanto, é necessário existir algumas medidas para evitar que patologias como essas ocorram, onde, a principal medida a ser levada em consideração diz sobre a importância do enriquecimento ambiental dessas aves, que serve não somente para evitar impasses como este, mas também para proporcionar a ave um melhor bem-estar animal, garantir que comportamentos estereotipados não venham a ocorrer, e assim, conseqüentemente evitar

o estresse e entediamento da ave (PEREIRA, 2019; CABRAL, 2014; ASSIS, 2013).

ASSIS (2013) viu em sua pesquisa que o enriquecimento ambiental teve resultados significativamente positivos sobre o comportamento das calopsitas. A autora também cita, assim como CABRAL (2014) que esse enriquecimento pode ser feito com estímulos sensoriais, físicos ou alimentares, como por exemplo, a utilização de linhas e miçangas, desde que bem presas, em pedaços de madeira, ou, estimular o animal a encontrar seu alimento dentro da gaiola fornecendo assim diversos tipos de alimentos, como a mistura de frutas e sementes, além da ração extrusada.

Em casos como esses onde ocorre a ingestão de corpos estranhos é extremamente necessária a utilização de exames radiográficos e/ou ultrassonografia, juntamente com o exame clínico e anamnese para a confirmação do diagnóstico, determinação do prognóstico e do melhor protocolo terapêutico. Esses exames são técnicas não invasivas e simples, mas que, no entanto, para terem uma melhor precisão precisam da realização das posições radiográficas corretas e que podem contar com auxílio de uma contenção química a fim de evitar sobreposições de imagens e distorções (PEREIRA, 2019; ARNAUT, 2006).

Em casos como este de ingestão de corpos estranhos após o diagnóstico, a definição do melhor protocolo terapêutico geralmente é a ingluvitomia, pois esse é um procedimento simples, e que permite a remoção destes corpos estranhos sem demais processos (FILHO, 2008).

Assim, na intervenção cirúrgica é necessária a realização pré-anestésica, a indução, intubação e manutenção do plano anestésico e a realização da analgesia associados ao monitoramento contínuo dos parâmetros do paciente. No presente trabalho foram utilizados os seguintes fármacos descritos na tabela (1) abaixo.

Fármaco	Pré-anestesia	Manutenção, Indução e Intubação	Analgesia
Cetamina	10mg/kg	Não utilizado	Não utilizado
Midazolam	1mg/kg	Não utilizado	Não utilizado
Isoflurano	Não utilizado	Dose efeito	Não utilizado
Lidocaína	Não utilizado	Não utilizado	1mg/kg diluição 10x

Tabela 1. Fármacos utilizados no procedimento cirúrgico.

A utilização de Cetamina e Midazolam na pré-anestesia também foram escolhas em alguns trabalhos. ENÉAS & ABIMUSSI (2015) também utilizaram o Midazolam na pré-anestesia de calopsitas, sendo administrado na dose de 12,5mg/kg intranasal e morfina na dose de 2,5mg/kg (na diluição em NaCl). TREVISAN *et al.* (2020) ao avaliar

os efeitos anestésicos da associação de Midazolam e Cetamina Racêmica em periquitos australianos (*Melopsittacus undulatus*) também verificou que a associação é segura, e que a utilização a via intranasal é melhor em procedimentos curtos com a recuperação do paciente de forma mais rápida. Já SILVA *et al.* (2017) na anestesia para ingluviotomia de *Gallus gallus domesticus* utilizou a associação de Midazolam (1mg/kg), Morfina (1mg/kg) e Cetamina (25mg/kg), enquanto VACCARIN *et al.* (2015) utilizou os mesmos medicamentos (Midazolam, Morfina e Cetamina) para as calopsitas. Percebe-se não somente com este trabalho, mas também com outros que a dose mesmo que variante, faz destes fármacos opções seguras.

O Isoflurano como indução do plano anestésico geral também foi usado nos trabalhos de FILHO (2008); ENÉAS & ABIMUSSI (2015); SILVA *et al.* (2017) com a administração feita por máscara facial. GUIMARÃES & MORAES (2000) explicou que na anestesia em aves o isoflurano de forma inalatória é o fármaco de maior segurança e um dos de melhor escolha para os pacientes com traumas e riscos.

No presente relato a sutura foi realizada com fio cirúrgico monofilamentar absorvível 5-0 no inglúvio e nylon 6-0 na pele, sendo realizado as sutura x em obliquo e a sutura de padrão simples separada, enquanto FILHO (2008) realizou a sutura do inglúvio com fio nylon nº 5-0 em sutura contínua simples e sutura invaginante de Cushing e PACHALY *et al.* (2014) a sutura em pontos simples isolados e sutura invaginante de Cushing. SALLA *et al.* (2019) também utilizaram em uma pomba doméstica um fio absorvível para sutura de inglúvio e nylon para sutura da pele. Mostra-se que houve uma certa divergência entre os tipos de suturas apresentadas, mas que, no entanto, todas se apresentaram seguras e contribuíram para a recuperação do paciente.

A medicação pós-operatória se divergiu de outros relatos encontrados. No relato em questão preconizou-se a utilização de Maxicam (1mg/kg) e Cloridato de Tramadol (5mg/kg), além de amoxicilina com clavulanato (50mg/Kg). FILHO (2008) preferiu utilizar de forma intramuscular a enrofloxacin e o flunixin meglumine no mesmo procedimento cirúrgico para papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*). ENÉAS & ABIMUSSI (2015) utilizaram a dose de 0,3mg/kg de Meloxicam e 10mg/kg de enrofloxacin de forma intramuscular em calopsitas. O Meloxicam e a Enrofloxacin também foram utilizadas nos trabalhos de SILVA *et al.* (2017); PACHALY *et al.* (2014). Mostra-se com outros artigos que os medicamentos mais utilizados são o Meloxicam e a Enrofloxacin. Nesse sentido, deve-se ressaltar a real necessidade da utilização da Enrofloxacin, uma vez que, quando comparada com fármacos beta-lactâmicos possui mais efeitos colaterais, além de ser um fármaco antibiótico de maior espectro, logo, se usado de forma inadequada amplia as chances de uma resistência bacteriana (CASTELA, 2013). Portanto, mesmo que quando comparada a literatura os medicamentos se divergem, a utilização dos fármacos nesse relato apresentou uma recuperação do paciente satisfatória.

51 CONCLUSÃO

Observou-se neste relato que a grande parte das pessoas que adquirem animais exóticos ou silvestres desconhece de informações essenciais, como alimentação adequada, enriquecimentos ambientais, comportamentos naturais das aves e manejo, o que dificulta a adaptação e sobrevivência destas aves em cativeiro. A procura por atendimentos veterinários especializados estão se tornando cada vez mais frequentes principalmente nos grandes centros urbanos, o que torna cada vez mais necessário a busca por conhecimento nessas áreas específicas.

Em relação ao protocolo de fármacos e tratamento utilizado nesse caso clínico podemos constatar a eficácia na recuperação do paciente.

REFERÊNCIAS

- ARNAUT, L.S. **Estudo radiográfico das afecções do sistema esquelético em aves**. 2006. 123 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade de São Paulo, SP. 2006.
- ASSIS, V.D.L. **Enriquecimento ambiental no comportamento e bem-estar de calopsitas (*Nymphicus hollandicus*)**. 2013. 60 p. Dissertação (Mestrado em Produção e Nutrição de não Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG. 2013.
- BENTA, T.R.P.N. **Doença da dilatação do proventrículo em Psitaciformes**. Porto, 2015.
- CABRAL, M.G.A. **Clínica de Animais Exóticos e Silvestres: Patologias nutricionais em psitacídeos**. Évora, 2014.
- CASTELA, H.A.G.B. **Contribuição para o estudo da utilização terapêutica de antibióticos na clínica de animais de companhia**. 2013. 83p. Dissertação (Mestrado integrado em medicina veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2013.
- CASTRO, P.F.; FANTONI, D.T.; MATERA, J.M. **Estudo retrospectivo de afecções cirúrgicas em aves**. Pesq. Vet. Bras.: São Paulo, 2013.
- ENÉAS, M.D.E.; ABIMUSSI, C.J.X. **Anestesia em calopsita (*Nymphicus hollandicus*) para retirada de cisto de inclusão de pena – Relato de Caso**. Alm. Med. Vet. Zoo. 16-20 p. 2015.
- FILHO, O.B.C. **Ingluviotomia em papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) para tratamento de queimadura de Inglúvio causada por alimento super-aquecido**. 2008. 31 p. Monografia (Especialização em clínica médica de animais selvagens e exóticos). Campinas – SP, 2008.
- GRESPLAN, A. **Clamidiose em calopsitas (*Nymphicus hollandicus*): perfil do proprietário e ensaio terapêutico**. 2009. 11 p. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GUIMARÃES, L.D.; MORAES, A.N. **Anestesia em aves: Agentes anestésicos**. Ciência Rural, Santa Maria, v.30, n.6, p.1073-1081, 2000.

LUZ, D.B. **Ingestão de objetos metálicos por calopsita (*Nymphicus hollandicus*) associado ao uso de enriquecimento ambiental – Relato de Caso.** 2016. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília – DF.

MORAES, L.L. **Amazona vinacea.** Museu de Zoologia João Moojen. Disponível em <<http://www.museudezoologia.ufv.br/bichodavez/edicao24.pdf>>. Acesso em 28 de setembro de 2020.

NASCIMENTO, L.R.; CANELO, E.A.; RODRIGUES, L.L.; SANTOS, A.L.Q. **Ingluvolitosis em periquito australiano: relato de caso.** Uberlândia. R. bras. Ci. Vet., 2015.

PACHALY, E.M.V. *et al.* **Ingluviotomia para remoção de corpo estranho em uma arara-canindé (*Ara ararauna*) – Relato de caso.** Medvet - Revista Científica de Medicina Veterinária - Pequenos Animais e Animais de Estimação. 12(41); 1-637. 2014.

PEREIRA, S.D.M.P.R. **Cuidados de enfermagem veterinária nos novos animais de companhia.** Instituto Politécnico de Viseu, 2019.

SALLA, P.F. *et al.* **Ingluviotomia em pomba doméstica (*Columba livia*): relato de caso.** Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 5, n. 4, p. 2978-2982. 2019.

SILVA, F.P. *et al.* **Anestesia em *Gallus gallus domesticus* submetido à ingluviotomia – Relato de caso.** VI SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (SEPE): v.6 n.1. 2017.

SILVA, J.C.R.; DIAS, J.L.C.; CUBAS, Z.S. **Tratado de animais selvagens – Medicina Veterinária.** Vol. 2, 2ª Ed.: Editora Roca, 2014.

STEIN, G.G.; BAIER, M.E.; BRONICZAK, P.C.; POLICARPO, R.R. **Ingestão de corpo estranho em iguana verde (*Iguana iguana*).** Acta Scientiae Veterinariae, 2014.

TELLES, L.F.; MELO, C.M.M.; VILELA, D.A.R.; SILVA, L.A.L.; SILVA, M.X.; MARTINS, N.R.S. **Arrancamento de penas psicogênico em maritacas: haloperidol e enriquecimento ambiental.** Santa Maria: Ciência Rural, 2015.

TONDELA, H.A.A. **A Prática Médico-veterinária de Animais Exóticos de Companhia.** Évora, 2018.

TREVISAN, G.A. *et al.* **Efeitos anestésicos da administração intranasal ou intramuscular da associação de midazolam e cetamina racêmica ou S+ em periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*).** Ciência Animal Brasileira, v. 17 n.1, 126-132 p. 2016. Disponível em <<https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/31271>> Acesso em 20 de novembro de 2020.

VACCARIN, C.V. *et al.* **Anestesia em aves da família cacauidae – Relato de caso.** V SEPE: Anais do Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS. Vol. V. 2015.

ZAGO, D.C. **Animais da fauna silvestre mantidos como animais de estimação.** Santa Maria: UFSM, 2008, 40p. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização do Programa de Pós Graduação em Educação Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SOBRE O ORGANIZADOR

KRISTIAN ANDRADE PAZ DE LA TORRE - Engenheiro ambiental e sanitário pela PUC-Rio desde janeiro de 2014 e mestre em Processos e Meio Ambiente, pelo Departamento de Engenharia Química e de Materiais da mesma instituição e com fomento pelo CNPq, desde junho de 2018. Trabalhou como analista na empresa MRO Logistics, como estagiário nas empresas Vale, Tecgraf, Alta Geotecnia Ambiental e Portfolio Asset Management; como pesquisador de Iniciação Científica na PUC-Rio com fomento pelo CNPq e como monitor na PUC-Rio e no Sistema pH de Ensino, além de ter atuado como professor particular. Atualmente, cursa doutorado em Processos e Meio Ambiente pelo Departamento de Engenharia Química e de Materiais da PUC-Rio, com fomento, em um primeiro instante, pela CAPES e, posterior e atualmente, pelo CNPq; estando agora na fase de elaboração da tese.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura familiar 149, 150, 158, 159
Agrotóxicos 111, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 123, 124, 125, 126
Alimentação animal 52, 53
Antioxidantes 118, 119, 123, 124
Aquaponia 183
Aqüicultura 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 191, 193, 195, 198, 199, 200
Aterro sanitário de Palmas - TO 18, 21, 22, 23

B

Bagaço de azeitona 53
Biodiversidade 130, 135, 153, 158, 160, 162, 163, 174, 175, 200
Biogás 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
Biomassa 1, 2, 3, 4, 36, 37, 38, 39, 41, 64, 66, 67
Biorremediação 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71

C

Caroços de açaí 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42
Carvão 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34
Compostagem 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Construção civil 44, 72, 73, 74, 85, 86, 129, 130, 132, 133
Contaminação ambiental 89, 91, 92, 95, 100, 101, 106, 108

D

Dados catalogados 218, 220
Descarte 14, 15, 16, 19, 42, 62, 63
Desflorestamento 25

E

Eficiência energética 25, 35, 37, 38, 39
Energias renováveis 18
Enriquecimento ambiental 229, 231, 236, 237, 239, 240
Estratégia agronômica 89

F

Floresta plantada 130, 131
Formulações 89, 99, 100, 101, 108, 109, 110, 115
Forro sustentável 72
Fungos filamentosos 62, 63, 66, 67, 68

G

Gases poluentes 25, 133
Gestão de resíduos 35

I

Ingluviotomia 229, 234, 235, 238, 239, 240

L

Lenha 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43
Leveduras 62, 63, 64, 65, 66

M

Madeira 4, 25, 26, 27, 30, 31, 35, 37, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 81, 83, 85, 86, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 152, 173, 192, 193, 237
Manejo de sementes 149, 150
Maricultura 177, 178, 198, 200
Mata Atlântica 160, 162, 163, 164, 169, 172, 174, 175, 176
Medicamentos 14, 15, 16, 145, 146, 238
Meio suporte 44, 45, 46, 49

O

Óleo residual 53

P

Painel anti-chamas 72
Palinurocultura 177, 178, 198
Plantas medicinais 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 153, 154, 158
Progressos na pesquisa 218
Protocolo anestésico 229, 234

R

Reciclagem 1, 2, 11, 66

Rentabilidade 183

Resíduos 10, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24, 35, 36, 37, 41, 42, 44, 46, 49, 52, 53, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 72, 73, 86, 101, 109, 125, 129, 131, 132, 133, 183, 218, 226

Resíduos lácticos 62, 63

Resíduos orgânicos 1, 2, 10, 11, 12, 36, 62

Resultados parciais 218, 220, 221, 226

S

Saberes tradicionais 135, 136, 137, 141, 145

Saco de cimento 72

Semiárido 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 144, 146

Sistema reprodutor 117, 118, 119, 120, 122

Sustentabilidade 1, 14, 24, 27, 29, 40, 41, 46, 50, 72, 133, 135, 148, 158, 160, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 191, 193, 220, 228

T

Tecnologia de aplicação 89, 100, 101, 102, 110, 111, 112, 113, 114, 116

Tratamento de esgoto 44, 50

V

Variedades locais 148, 149, 150

W

Wetlands construídos 44, 45, 46, 50

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br