

Conservação e Meio Ambiente

Clécio Danilo Dias da Silva
(Organizador)



 **Atena**
Editora
Ano 2021

Conservação e Meio Ambiente

Clécio Danilo Dias da Silva
(Organizador)



 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto 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
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. 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/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª 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
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª 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
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Kimberly Elisandra Gonçalves Carneiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Clécio Danilo Dias da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C755 Conservação e meio ambiente / Organizador Clécio Danilo Dias da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-756-7

DOI 10.22533/at.ed.567212701

1. Meio ambiente. I. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). II. Título.

CDD 577

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

As sociedades sempre estiveram em contato direto com o meio ambiente, o que refletiu nas complexas inter-relações estabelecidas entre estes, fomentando práticas sociais, culturais, econômicas e ambientais. As implicações dessas inter-relações culminaram na degradação do meio natural, e muitas vezes, reverberaram em perda da qualidade de vida para muitas sociedades.

A constante exploração de forma exacerbada do meio ambiente, fomentou o desenvolvimento de aparatos legislativos rígidos em diversos países, incluindo o Brasil, visando minimizar os impactos negativos da ação humana sobre este. Diante disto, nas últimas décadas, a pressão da legislação tem surtido efeitos positivos em relação aos cuidados direcionados ao meio natural. Multiplicaram-se em todo o país ações voltadas a preservação/conservação dos recursos naturais como, por exemplo, a constante revisão e proposição de leis ambientais, o desenvolvimento unidades de conservação, controle da pesca predatória e caça de animais silvestres, uso de energias renováveis, propagação de práticas de educação ambiental, dentre outras.

Diante deste cenário, o E-book “Conservação e Meio Ambiente”, em seus 23 capítulos, se constitui em uma excelente iniciativa da Atena Editora, para agrupar diversos estudos/pesquisas de cunho nacional e internacional envolvendo a temática ambiental, explorando múltiplos assuntos, tais como: gestão ambiental; impactos ambientais; agroecologia e agrotóxicos; avaliação e qualidade da água; áreas de proteção ambiental e unidades de conservação; contabilidade ambiental, educação ambiental, dentre outros. Por fim, espero que os estudos compartilhados nesta obra cooperem para o desenvolvimento de novas práticas acadêmicas e profissionais, assim como possibilite uma visão holística e multidisciplinar para o meio ambiente e sua conservação.

Desejo que apreciem a leitura.

Clécio Danilo Dias da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A CONTABILIDADE AMBIENTAL COMO IMPORTANTE FERRAMENTA PARA A GESTÃO AMBIENTAL

Allembert Dourado Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.5672127011

CAPÍTULO 2..... 13

GESTÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O DESCARTE DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS DE UMA COMUNIDADE DA ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE ITACOATIARA/AM

Keyciane Rebouças Carneiro

Amanda Nogueira Simas

Lyssandra Bueno de Oliveira

Rute Holanda Lopes Alves

Samy Alvarenga dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.5672127012

CAPÍTULO 3..... 24

LA RESPONSABILIDAD EXTRA CONTRACTUAL DEL ESTADO ECUATORIANO POR DAÑOS AMBIENTALES

Manuel Augusto Bermúdez Palomeque

Liliana Saltos Solórzano

DOI 10.22533/at.ed.5672127013

CAPÍTULO 4..... 50

EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO Y DE LA CALIDAD DEL AGUA DE UN MICRORESERVORIO DEL MORELOS, MÉXICO

José Luis Gómez-Márquez

Bertha Peña-Mendoza

José Luis Guzmán-Santiago

Jake Retana-Ramírez

Omar Rivera-Cervantes

Roberto Trejo-Albarrán

DOI 10.22533/at.ed.5672127014

CAPÍTULO 5..... 70

CAPACIDAD FLOCULANTE DE COAGULANTES NATURALES EN EL TRATAMIENTO DE AGUA

David Choque Quispe

Yudith Choque Quispe

Betsy Suri Ramos Pacheco

Aydeé Marilú Solano Reynoso

Lourdes Magaly Zamalloa Puma

Carlos Alberto Ligarda Samanez

Fredy Taipe Pardo

Miriam Calla Flórez

Miluska Marina Zamalloa Puma

Jhuniór Felix Alonzo Lanado

Yadyra Quispe Quispe

DOI 10.22533/at.ed.5672127015

CAPÍTULO 6..... 83

REMOÇÃO DE NITROGÊNIO DE ÁGUAS RESIDUAIS PROVENIENTES DE MATADOUROS

María Mayola Giselle Galván Mondragón

Adrián Rodríguez García

DOI 10.22533/at.ed.5672127016

CAPÍTULO 7..... 95

QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA COSTEIRA DE COYUCA DE BENÍTEZ, GUERRERO ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO DE NUTRIENTES, PERÍODO 2016-2017

Raúl Arcos Ramos

Odett Viridiana Andrade Pérez

Kevin Raúl Arcos Hernandez

DOI 10.22533/at.ed.5672127017

CAPÍTULO 8..... 105

RECARGA NATURAL DE CAMAS DE ÁGUA POR INFILTRAÇÃO ASSISTIDA COM ECTOMICORRIZES EM FLORESTAS DE NEVADO DE TOLUCA

Moisés Tejocote-Pérez

Ana Elisa Alcántara-Valladolid

José Adrián Silis-Cano

Carlos Eduardo Barrera-Díaz

DOI 10.22533/at.ed.5672127018

CAPÍTULO 9..... 116

PREVENCIÓN DE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN TEMOZÓN YUCATÁN

Delghi Yudire Ruiz Patrón

Miguel Ángel Alonso Cuevas

Lucila Guadalupe Aguilar Rivero

Ruth Guadalupe Quintero Vargas

José Efraín Ramírez Benítez

Sergio Javier Meléndez García

DOI 10.22533/at.ed.5672127019

CAPÍTULO 10..... 129

ASPECTOS AMBIENTAIS DA REGIÃO DO VALE DO RIO ARAGUAIA NO ESTADO DE GOIÁS –BRASIL

Rildo Vieira de Araújo

Robert Armando Espejo

Michel Constantino

Paula Martin de Moraes

Romildo Camargo Martins

Ana Cristina de Almeida Ribeiro

Gabriel Paes Herrera
Francisco Sousa Lira
Rafael Mamoru dos Santos Yui
Reginaldo B. Costa

DOI 10.22533/at.ed.56721270110

CAPÍTULO 11..... 144

INFLUÊNCIA DA EFETIVIDADE DE GESTÃO NA CONSERVAÇÃO: O ESTUDO DE CASO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO MUNICIPAIS EM MARICÁ-RJ

Beatriz Verçosa Maciel
Barbara Franz

DOI 10.22533/at.ed.56721270111

CAPÍTULO 12..... 158

A AGROECOLOGIA COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DA MATA ESCURA, MUNICÍPIO DE JEQUITINHONHA – MG

Dalila da Costa Gonçalves
Lucyélen Costa Amorim Pereira
Wiliam Rodrigues Ribeiro
Romulo Leal Polastrelli
Daniella Oliveira Prates Vargas
Jussara Oliveira Gervasio
Débora Cristina Gonçalves
Morgana Scaramussa Gonçalves
Maurício Novaes Souza

DOI 10.22533/at.ed.56721270112

CAPÍTULO 13..... 168

AGROTÓXICOS NA AGRICULTURA: CONSEQUÊNCIAS TOXICOLÓGICAS E AMBIENTAIS

Eduardo Antonio do Nascimento Araujo
Paloma Domingues
Alena Thamyres Estima De Sousa
Anderson Felipe Rodrigues Coelho
Kilson Pinheiro Lopes

DOI 10.22533/at.ed.56721270113

CAPÍTULO 14..... 187

CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀) DEL HERBICIDA RANGO 480 SOBRE *Daphnia* spp. JAÉN - PERÚ

Franklin Hitler Fernandez Zarate
Jorvin Jair Mendoza Guarniz
Annick Estefany Huaccha Castillo
David Coronel Bustamante

DOI 10.22533/at.ed.56721270114

CAPÍTULO 15..... 197

CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS EM CONTEXTOS DE GRANDES EMPREENDIMENTOS DE MINERAÇÃO: UMA ANÁLISE A PARTIR DO PROJETO MINAS RIO

Larissa Pirchiner de Oliveira Vieira

Wilson Madeira Filho

DOI 10.22533/at.ed.56721270115

CAPÍTULO 16..... 209

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE RESÍDUOS GERADOS EM OFICINAS MECÂNICAS DE VEÍCULOS EM UM MUNICÍPIO DA ZONA DA MATA MINEIRA

Ingrid Machado Silveira

Ana Paula Wendling Gomes

DOI 10.22533/at.ed.56721270116

CAPÍTULO 17..... 223

LOGÍSTICA INVERSA EN LA PRODUCCIÓN DE NEUMÁTICOS EN LA ZONA CENTRO-SUR DE MÉXICO Y PERCEPCIÓN DE SU IMPORTANCIA AMBIENTAL

Aurora Linares Campos

J. Santos Hernández Zepeda

Teresa Flores Sotelo

DOI 10.22533/at.ed.56721270117

CAPÍTULO 18..... 232

HABITAÇÃO DE EMERGÊNCIA: A SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA COMO CATALISADORA DE TRANSFORMAÇÕES NO ATENDIMENTO PÚBLICO ÀS FAMÍLIAS EM SITUAÇÃO DE VULNERABILIDADE NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Indalécia Sergia Almeida Brandão Escudero

Cintia Elisa de Castro Marino

DOI 10.22533/at.ed.56721270118

CAPÍTULO 19..... 246

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE AMERICANA REVESTIDAS COM *Alumina* SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE POR ALUMÍNIO

Tais Ferreira Costa

Tamara Rocha dos Santos

Ariele Monteiro Gama

Geísa Melo dos Santos Pereira

Hellen Cristina da Paixão Moura

Liliane Santana Luquine

Rafaela Shaiane Marques Garcia

Raysa Marques Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.56721270119

CAPÍTULO 20..... 257

QUANTIFICAÇÃO DE MANITOL COMO NUTRIENTE DE COGUMELOS SELVAGENS COMESTÍVEIS DESIDRATADOS

Ariana de la Cruz Hernández

Moisés Tejocote-Pérez
Ana Elisa Alcántara-Valladolid
José Adrián Silis-Cano
Carlos Eduardo Barrera-Díaz
DOI 10.22533/at.ed.56721270120

CAPÍTULO 21.....267

ALELOPATIA: CONSIDERAÇÕES GENÉTICAS, QUÍMICAS E FISIOLÓGICAS

Luiz Augusto Salles das Neves
Kelen Haygert Lencina
Raquel Stefanello
Renata Avínio

DOI 10.22533/at.ed.56721270121

CAPÍTULO 22.....278

A DIMENSÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL DENTRO DA POLÍTICA PÚBLICA: UM COMPROMISSO COM O SABER FAZER

Juliana Roberta Paes Fujihara
Maria de Lourdes Spazziani
Manoel Garcia de Oliveira
Simone Cecon
Juliana Cristina Ribeiro da Silva
Patrícia Helena Mirandola Garcia

DOI 10.22533/at.ed.56721270122

CAPÍTULO 23.....291

DESENVOLVIMENTO DE COLETORES RECICLÁVEIS: TRABALHANDO EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM UMA ESCOLA MUNICIPAL DE PASSIRA - PE

Ricardo Sérgio da Silva
Samuel Lima de Santana
Edson Francisco do Carmo Neto
Rosana Maria da Silva
Gabriel Henrique de Lima
Maria Gislaine Pereira
Luciclaudio Cassimiro de Amorim
Paulo Henrique Oliveira de Miranda
Luzia Abilio da Silva
Eduarda Santos de Santana
Suzana Cinthia Gomes de Medeiros Silva

DOI 10.22533/at.ed.56721270123

SOBRE O ORGANIZADOR.....300

ÍNDICE REMISSIVO.....301

CAPÍTULO 1

A CONTABILIDADE AMBIENTAL COMO IMPORTANTE FERRAMENTA PARA A GESTÃO AMBIENTAL

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 16/11/2020

Allembert Dourado Ribeiro

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
UESB
Faculdade Católica de Rondônia
Porto Velho – RO
<http://lattes.cnpq.br/6300109516551569>

RESUMO: Este trabalho demonstrou a importância da Contabilidade Ambiental como instrumento para o desenvolvimento de um sistema de Gestão Ambiental eficaz e de resultado, mostrando que esse pilar da Responsabilidade Social Empresarial é fundamental para as sociedades empresariais quanto à necessidade de preservação ambiental. Apresenta-se a relação entre ativo e passivo ambiental, mostrando as suas peculiaridades no para o aprimoramento da Contabilidade Ambiental. Assim, para que fosse possível chegar a esse objetivo fez-se necessário analisar os relatórios e demonstrativos financeiros da empresa Natura S/A que tem um desempenho significativo no setor empresarial brasileiro. Empresa essa que foi escolhida devida ter uma imagem de atuação ética, de forma sustentável e socialmente responsável e que tem desenvolvidos grandes projetos e ações no setor ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Contabilidade ambiental, responsabilidade socioambiental, ativo e passivo.

ENVIRONMENTAL ACCOUNTING AS AN IMPORTANT TOOL FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

ABSTRACT: This work demonstrated the importance of Environmental Accounting as an instrument for the development of an effective and resultable Environmental Management system, showing that this pillar of Corporate Social Responsibility is fundamental for business societies regarding the need for environmental preservation. The relationship between environmental assets and liabilities is presented, showing their peculiarities in the improvement of Environmental Accounting. Thus, in order to achieve this goal, it was necessary to analyze the reports and financial statements of the company Natura S / A, which has a significant performance in the Brazilian business sector. This company was chosen due to its image of acting ethically, in a sustainable and socially responsible manner and which has developed large projects and actions in the environmental sector.

KEYWORDS: Environmental accounting, socio-environmental responsibility, assets and liabilities.

1 | INTRODUÇÃO

O setor empresarial tem estado atento ao relacionamento que seus clientes, tanto interno como externo, têm desenvolvido durante as últimas décadas, com um senso cada vez mais crítico, impulsionado pelas mídias sociais e alimentado pela incrível velocidade que a internet ocasiona, uma gestão ética e sustentável tem sido cobrada com mais

frequência. Neste contexto, a relação que as empresas têm com o Meio Ambiente tem alcançado notoriedade, por atitudes positiva e negativas.

Estando em foco o meio ambiente, surge a importância de mensurar os dados para dar suporte a gestão ambiental da empresa, dentre as diversas ferramentas a contabilidade também se expandiu para atender a necessidade do mercado, deste modo desenvolvendo a contabilidade ambiental. Este instrumento possibilitou o planejamento, minimizando os riscos e atendendo as exigências do mercado.

O presente trabalho tratará sobre a Contabilidade Ambiental seus conceitos e aplicabilidade, em específico será analisado as informações da empresa Natura S.A. visando demonstrar a sua importância na identificação e evidenciação de ativos e passivos ambientais e como poderá ser utilizada com instrumento indispensável na Gestão Ambiental.

Em sentido mais restrito, porém não menos importante, irá identificar as medidas adotadas pela Gestão Ambiental da empresa que resultaram em reduções de custos ambientais e criação de ativos ambientais. Verificando a existência de uma política de redução de custos de utilização de materiais primas.

Usando como escopo a Empresa Natura S.A., será possível vivenciar de forma prática as análises através dos registros ambientais na contabilidade da empresa e, assim, demonstrar a contribuição das informações contábeis para a gestão ambiental, mostrando que a contabilidade moderna vai além de números e estatísticas.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão Ambiental

Cada vez mais a questão ambiental vem ganhando espaço relevante para os diretores das organizações. Em virtude da conscientização crescente dos atuais consumidores e a disseminação da educação ambiental nas escolas permitem antever que a exigência futura que farão os futuros consumidores em relação à preservação do meio ambiente e a qualidade de vida deverá intensificar-se. Dentro destes aspectos, encontra a Gestão Ambiental.

A Gestão Ambiental vem a ser todo o delineamento ambiental que a empresa necessita para evitar ou reduzir os impactos ambientais provenientes das suas atividades sejam a nível interno ou externo.

De acordo com Valle (2004, pág. 69) a “Gestão Ambiental consiste em um conjunto de medidas e procedimentos bem definidos que, se adequadamente aplicados, permitem reduzir e controlar os impactos introduzidos por um empreendimento sobre o meio ambiente”.

Guerra e Cunha definem Gestão Ambiental como todo o processo de utilização dos recursos ambientais necessários à satisfação humana. Para estes autores (2006, pág. 332)

“Gestão Ambiental refere-se aos meios de se alocar, consumir e conservar os recursos naturais, tais como o ar e a água, a fim de atender as necessidades humanas”.

A interdependência e inter-relação entre a Gestão Ambiental e as demais áreas organizacionais são fundamentais na implantação da política ambiental da empresa. Além disso, possibilita a de criação e implantação de tecnologias ambientais.

Conforme Schenini (2005, pág. 144) “A Gestão Ambiental afeta toda a empresa e cria tecnologias gerenciais e operacionais limpas, ou ecologicamente adequadas”. Dada a importância da Gestão Ambiental para as organizações, este autor acrescenta que como as demais áreas da organização, a administração financeira também é afetada por sistemas de gestão ambiental, seja em seus investimentos, na obtenção de recursos financeiros, na alavancagem de capital ou na gerência de seus custos, despesas e receitas.

Cada vez mais as organizações estão sendo cobradas por adoção de políticas e programas que evitam ou minimizam as agressões ao meio ambiente possibilitando o desenvolvimento sustentado.

Andrade, Tachizawa e Carvalho (2002, pág. 34) mencionam que:

A prioridade na organização é reconhecer a gestão do ambiente como uma das principais prioridades na organização e como fator determinante do desenvolvimento sustentável; estabelecer políticas, programas e procedimentos para conduzir as atividades de modo ambientalmente seguro.

Assim, a incorporação de políticas ambientais pela organização não é uma mera adequação ao desenvolvimento sustentado, mas também uma ferramenta estratégica para a organização.

Com base em Donaire (1999, pág. 50-51) as organizações deverão de maneira rígida incorporar valores de gestão ambiental, tais como reciclagem, auditoria e política ambiental no seu cotidiano produtivo, bem como experiência que permite constatar resultados econômicos e estratégicos do engajamento da organização na causa ambiental.

2.2 Contabilidade Ambiental

Com o surgimento da preocupação com a área ambiental no setor empresarial, todas as áreas das organizações introduziram considerações e variáveis pertinentes a questão, nunca ficou tão em voga esse assunto e Responsabilidade Social Empresarial (RSE) envolvendo o meio ambiente, que tem como um dos tripés a Responsabilidade Ambiental, Dias (2011, pág. 190) traz esse panorama ao referir que:

A responsabilidade ambiental está contida dentro da Responsabilidade Social Empresarial, e deve ser entendida como parte integrante desta, nunca de forma isolada. Quando se discute responsabilidade ambiental, esta deve ser entendida como o conjunto de ações realizadas além das exigências legais, ou daquelas que estão inseridas num contexto de eficiência profissional ou de área de atuação.

A luz vermelha se acendeu com os frequentes acidentes ecológicos, insensatez no descarte de resíduos e utilização desregrada das matérias primas extraída da natureza.

Com o foco da Responsabilidade Ambiental estabelecido surge assim a Gestão Ambiental, trazendo seu escopo e suas estratégias no setor ambiental para a empresa. Neto, Campos e Shigunov (2009, pág. 17) destacam o conceito como sendo:

Conjunto de atividades da função gerencial que determinam a política ambiental, os objetivos, as responsabilidades e colocam em prática por intermédio do sistema ambiental, do planejamento ambiental, do controle ambiental e da melhoria do gerenciamento ambiental. Dessa forma, a gestão ambiental é o gerenciamento eficaz do relacionamento entre a organização e o meio ambiente.

Neste mundo corporativo onde as informações e métodos se disseminam facilmente, o ramo da contabilidade não poderia ficar de fora, por sua vez observamos este tipo de gestão se introduzindo na Contabilidade, surgindo assim a contabilidade Ambiental ou Contabilidade Socioambiental prestigiada por alguns autores.

Assim, não foi diferente o que aconteceu com a Contabilidade. Sabe-se que a questão ambiental não é somente uma preocupação da sociedade civil, mas também das empresas, haja vista que elas consomem recursos ambientais, diariamente, necessitando que essas informações sejam registradas em sua contabilidade.

Alguns autores mostram o viés da Contabilidade ambiental, como sendo uma ala da contabilidade tradicional, como afirma Ribeiro (apud Faria 2012, pág. 103) ao mencionar:

Contabilidade ambiental não é uma nova ciência, mas sim uma ramificação da contabilidade tradicional tendo como objetivo identificar mensurar e esclarecer os eventos e transações econômico-financeiros que estejam associados à proteção, à prevenção e à recuperação, ambiental ocorridos em um determinado período visando à evidenciação da situação patrimonial de uma entidade.

Autores como Carvalho (2012, pág. 111) define que Contabilidade Ambiental “como o destaque dado pela ciência aos registros e evidenciações da entidade referente aos fatos relacionados com o meio ambiente”, mostrando dessa forma a ênfase no registro. Em outra vertente Costa (2012, pág. 29) destaca que a Contabilidade Ambiental “é a contabilização dos benefícios e prejuízos que o desenvolvimento de produto ou serviço, pode trazer ao meio ambiente”. Os conceitos apesar de variados, mostram uma bifurcação trazendo a necessidade de registros dos fatos ambientais com efeitos contábeis. Não bem distante, Faria (2012, pág. 104), destaca a sua visão de contabilidade Socioambiental dizendo: “apresenta-se como um dos instrumentos de cumprir o papel de trazer a transparência às atividades de impacto socioambiental das organizações e de melhorar sua imagem perante a sociedade”.

Subtrai-se destes conceitos que a Contabilidade ambiental é a ciência que estuda, controla e registra o patrimônio ambiental das entidades, isto é, o conjunto de bens,

direitos e obrigações decorrentes das ações ambientais, como também no seu resultado econômico.

Com tudo o que já foi exposto, observa-se que o objetivo da contabilidade ambiental apresenta a importância de proteger o meio ambiente e com o registro de informações para que se possam projetar as ações que evitem a degradação do ecossistema que a empresa possui ou tem envolvido em seu processo produtivo, neste sentido Ribeiro (2006, pág. 45) expõe que:

Podemos definir como objetivo da contabilidade ambiental: identificar, mensurar e esclarecer os eventos e transações econômico-financeiros que estejam relacionados com a proteção, preservação e recuperação ambiental ocorridos em um determinado período, visando a evidenciação da situação patrimonial de uma entidade.

Outro ponto de sustentação na contabilidade ambiental através dos registros que são realizados, podemos aprofundando ainda mais o entendimento desse objetivo esmiuçando-as através das finalidades, Albuquerque (2009, pág. 117) destaca as finalidades da contabilidade ambiental tais como: medição de danos ambientais; estimação do impacto das ações de sustentabilidade ambientais sobre a rentabilidade do negócio; observância da legislação e redução de multas e encargos ambientais, identificação de métodos e procedimentos de controle ambientais; e geração de informações para planejamento e tomada de decisões.

Corroborando para essa finalidade, Paiva (2003, pág. 17), declara que os instrumentos de registro da contabilidade ambiental têm a finalidade de auxiliar na elaboração do planejamento estratégico, servi de referência no gerenciamento das atividades alvo e fornecer informações para prestação de contas das atividades ambientais.

É possível ver que a contabilidade ambiental, através de seus registros em relatórios, demonstrativos e balanços, oferece um equilíbrio para que assim possa ser possível prever as ações a ser tomadas, reduzindo a níveis aceitáveis os danos causados ao ecossistema, que seja de posse da empresa, e manter em nível zero aos ecossistemas não pertencente a organização. E saber que é esse o lucro maior, não prejudicar o meio ambiente evitando assim encargos com atitudes danosas ao ambiente e ao patrimônio da entidade.

2.2.1 Ativo Ambiental

O ativo ambiental traz características peculiares a esta ramificação da contabilidade ambiental, pois além de trazer a parte positiva da situação patrimonial, representada pelos bens, explicita a sua nomenclatura ambiental, sendo os recursos usados através de aquisições, aplicações ou gastos. Ribeiro (2006, pág. 63) relata que “o ativo ambiental pode ser entendido como os gastos ambientais capitalizados e amortizados durante o período corrente e os futuros, porque satisfazem os critérios para reconhecimento como ativos”. De uma forma mais clara Costa (2012, pág. 54) descreve com relação ao termo

que “ativos ambientais são os bens adquiridos pela companhia que têm como finalidade controle, preservação e recuperação do meio ambiente”.

O autor Barbieri (2011, pág. 226) confirma essa linha de raciocínio e ainda apresenta exemplos com relação a sua aplicabilidade de que “os ativos ambientais representam as aplicações de recurso em atividades relacionadas com qualquer abordagem de gestão ambiental: controle da poluição, prevenção da poluição e tratamento estratégico das questões ambientais”, Costa (2012, pág. 55) também destaca o rol de enquadramento do ativo ambiental e delinea que “são considerados Ativos Ambientais todos os bens e direitos destinados ou provenientes da atividade de gerenciamento ambiental, podendo estar na forma de capital circulante ou capital fixo”.

Vislumbra que o ativo ambiental compõe bens e direitos relacionados a questões ambientais para controle, prevenção e recuperação e até mesmo o desenvolvimento da comunidade. Isso mostra o dinamismo deste componente da contabilidade ambiental, mostrando que é uma peça indispensável para a gestão planejada de uma empresa.

2.2.2 Passivo Ambiental

Antes de adentrarmos na análise dos relatórios e demonstrativos contábeis da Empresa Natura, especificamente aos indicadores ambientais, faz-se necessário explanar sobre este componente da contabilidade ambiental. Para o meio empresarial, o passivo ambiental tem conotação negativa, por ele ser uma obrigação da empresa para com terceiros, geralmente associados a degradação ambiental, desta iniciaremos esse assunto com o com a declaração de Paiva (2003, pág. 34), ao mencionar sobre o surgimento do passivo ambiental que foi “em decorrência a proteção e manutenção do meio ambiente multas e penalidades por infrações legais, ressarcimento a terceiros por danos provocados”. IBRACON – NPA 11 completa esse raciocínio ao opinar que “pode ser conceituado como toda agressão que se praticou/pratica contra o meio ambiente e consiste no valor de investimento necessários para reabilitá-lo, bem como multas e indenizações em potencial.”

Mas apesar dessa visão contraproducente por parte de pessoas que não são da área, com relação ao passivo ambiental, ele vai além de atos negativos, e segundo Carvalho (2012, pág.132), “também decorre de atitudes positivas da empresa no sentido de representarem obrigações decorrentes de ações na área de recuperação, reparação ou gestão ambiental”. Desta forma chegamos ao conceito apresentado por Kraemer (apud Corrêa, 2013, pág. 43), que diz:

Passivo ambiental representa toda e qualquer obrigação de curto e longos prazos, destinados única e exclusivamente a promover investimentos em prol de ações relacionadas a extinção ou amenização dos danos causados ao meio ambiente, inclusive percentual de lucro do exercício, com destino compulsório, direcionado a investimentos na área ambiental.

Então o passivo ambiental, não só contempla os custos causados pela deterioração ambiental, mas também nas imissões realizadas em prol da gestão ambiental, Carvalho (2012, pág. 132) mostra isso em seu conceito sobre o objeto deste ponto, e vai além ao destacar a questão temporal, que não pode ser esquecida, ele diz:

Por passivo ambiental entendem-se as obrigações da entidade decorrentes de danos causados ao meio ambiente, de infrações ambientais ou empréstimos a serem aplicados na área ambiental, que tenham ocorrido no passado ou estejam ocorrendo no presente e que delas decorram entrega futura ou presente de ativos bem como a prestação de serviços.

Corroborando as nências expostas, é admissível a importância dada ao passivo ambiental, dentro da contabilidade ambiental, sendo que é através de elemento, que se pode planejar as situações que fogem do controle do gestor, como os agravos acarretados ao meio ambiente, que possivelmente gerara obrigações legais.

3 | METODOLOGIA

Tendo como partida o esboço da Gestão Ambiental e as contribuições da Contabilidade Ambiental para a mesma. Analisar-se-á no 'Relatório Anual 2015-Caderno de Indicadores da Natureza' e 'Demonstrações Financeiras de 2015' as informações específicas relacionadas a Contabilidade Ambiental e Gestão Ambiental, desta forma utilizar-se-á da pesquisa descritiva para análise dos dados, neste sendo que Cervo, Bervian e Da Silva (2007 p. 65) destacam que as características da pesquisa descritiva observam, registram, analisam e correlacionam fatos ou fenômenos sem manipulá-los. Procura descobrir, com a maior precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e suas características”.

A partir desse pressuposto foi feito um esboço através de uma análise bibliográfica também conhecida como pesquisa documental, para que possa conceituar sobre o tema e os conceitos adjacentes ao mesmo. Koche (2015, p. 122) menciona que a pesquisa bibliográfica “é a que se desenvolve tentando explicar um problema, utilizando o conhecimento disponível a partir das teorias publicadas em livros ou obras congêneres. ”

Sendo definido a análise e o tipo de pesquisa, optou-se pela abordagem qualitativa, tendo em vista que será realizado ponderado o Relatório Socioambiental 2015 – Caderno de Indicadores e o Demonstrações Financeiras da Natureza 2015 onde se busca evidenciar a contabilidade ambiental dentro da gestão ambiental praticada pela Natura S.A. Desta forma, sobre a abordagem adotada podemos dizer, segundo afirma Gerhardt e Silveira (2009, pág. 31) que a “pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.”.

Tendo traçado os caminhos a ser seguido nesta pesquisa, passamos agora a conhecer a empresa e observar os documentos já mencionados neste trabalho científico, e assim poder trazer os resultados propostos.

4 | ANÁLISE DOS DADOS

Os dados analisados, como já descrito na metodologia, foram retirados das Demonstrações Financeiras 2015 e do Caderno de Indicadores – Relatório Anual 2015, que segundo o próprio relatório é baseado nas diretrizes da Global Reporting Initiative conhecida como GRI.

Analisando, literalmente, o Balanço Patrimonial da Controladora e o Consolidado do Grupo Natura, levantados em 31 de dezembro de 2015 e de 31 de dezembro de 2014; e as Demonstrações Financeiras Anuais 2015 (2016-c, p. 3), pode se observar que não consta nenhuma referência ao termo ambiental. No entanto, nas Notas Explicativas da conta Patrimonial do passivo não circulante – Provisão para riscos Tributários, Cíveis e Trabalhistas (2016-C, p.70), descreve que a controladora e suas controladas “são partes em ações judiciais de natureza tributária, trabalhista e cível, e em processos administrativos de natureza tributárias e ambiental”, sendo essa a primeira alusão ao termo ambiental. Apesar da informação ser imprecisa, verifica-se que a empresa possui passivos ambientais que foram contabilizados. Infere-se, nesta linha, que a empresa fez ou deixou de fazer alguma (s) ação (ões) passível (is) de multa (s), resultando, assim, em multa aplicada pela (s) autoridade (s) ambiental (is). As provisões para riscos ambientais estão incluídas dentro das provisões para riscos civis, conforme figura 02:

<u>Riscos cíveis</u>						
	Controladora					2015
	2014	Adições	Reversões	Pagamentos	Atualização monetária	
Diversas ações cíveis (a)	5.234	8.092	(1.371)	(5.836)	148	6.267
Honorários advocatícios - ação cível ambiental (b)	2.440	-	-	-	256	2.696
Ações cíveis e honorários advocatícios - Nova Flora Participações Ltda. (d)	<u>3.743</u>	<u>52</u>	<u>(2.232)</u>	-	<u>313</u>	<u>1.876</u>
Risco cível total provisionado	<u>11.417</u>	<u>8.144</u>	<u>(3.603)</u>	<u>(5.836)</u>	<u>717</u>	<u>10.839</u>
Depósitos judiciais (nota explicativa nº 11)	<u>(2.602)</u>	-	<u>1.880</u>	-	<u>(55)</u>	<u>(777)</u>
	Consolidado					2015
	2014	Adições	Reversões	Pagamentos	Atualização monetária	
Diversas ações cíveis (a)	6.711	12.602	(1.484)	(5.960)	485	12.354
Honorários advocatícios - ação cível ambiental (b)	2.440	-	-	-	256	2.696
Honorários - processos IBAMA (c)	855	57	-	-	85	997
Ações cíveis e honorários advocatícios - Nova Flora Participações Ltda.(d)	<u>3.743</u>	<u>52</u>	<u>(2.232)</u>	-	<u>313</u>	<u>1.876</u>
Risco cível total provisionado	<u>13.749</u>	<u>12.711</u>	<u>(3.716)</u>	<u>(5.960)</u>	<u>1.139</u>	<u>17.923</u>
Depósitos judiciais (nota explicativa nº 11)	<u>(2.928)</u>	-	<u>1.934</u>	-	<u>(73)</u>	<u>(1.067)</u>

Figura 02: Provisões para Riscos Cíveis da Natura

Fonte: Demonstrações Financeiras – Natura Cosméticos S.A, 2015.

Analisando a figura acima, verifica que no Consolidado é previsto perdas com honorários advocatícios – ação civil ambiental da ordem de R\$ 2.696, enquanto no ano de 2014 o passivo era de R\$ 2.440. Nesta provisão não houve adição em 2015 em relação ao ano de 2014, havendo, apenas, a contabilização da atualização monetária deste passivo. Quanto as ações civis e honorários advocatícios – Nova Flora Participação Ltda do Grupo Natura, verifica-se que houve uma diminuição desta provisão em 2015 em relação ao ano de 2014. Em 2015, foi provisionado R\$ 1.876, enquanto em 2014 foi de R\$ 3.743. Houve adição de R\$ 56 e reversões da ordem de 2.232 quando comprado um período ao outro.

Quanto a Provisão para riscos civis – honorários processos IBAMA, houve um crescimento em 2015 em relação ao ano anterior. Em 2014, tinha provisionado R\$ 855, enquanto em 2015 foi provisionado R\$ 997, sendo que houve adições no valor de R\$ 57 e atualização monetária no valor de R\$ 85. No documento é informado que se trata de honorários advocatícios para adoção das medidas judiciais cabíveis que pretende anular os autos de infração aplicados, em 2010 e 2011, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA em desfavor da empresa por acessos supostamente irregulares ao patrimônio genético brasileiro ou ao conhecimento tradicional associado.

Assim, verifica-se que a empresa possui passivo ambiental registrado em sua contabilidade demonstrando que a empresa em um certo grau descumpriu a legislação ambiental.

Não constamos no Balanço Patrimonial ou nas Notas Explicativas registros contábeis de ativos ambientais contabilizados pela empresa, contudo, isto não significa que a empresa não tenha ativos ambientais.

O Relatório Anual 2015 é dividido de acordo com os pilares da Responsabilidade Social, sendo que ele é dividido em grupo: Gestão econômico-financeira, Gestão Social e Gestão Ambiental. Através deste último, será efetuado a análise e comparação dos dados. Nele são apresentadas informações sobre: emissões, energia, gestão de resíduos, água, efluente e biodiversidade.

Na Figura 03 é apresentada a evolução, no período de 2013 a 2015, das emissões de Gases do Efeito Estufa – GEE (kg CO₂ e e/kg produto faturado), das emissões de GEE na cadeia de valor, consumo de água, percentual de material reciclado pós-consumo, percentual de embalagens eco eficientes.

Verifica-se que há um aumento progressivo nas emissões de GEE (kgCO₂e/kg produto faturado). Este indicador pesa negativamente para a política ambiental divulgada pela empresa porque ele apresenta um crescimento da quantidade de CO₂ emitida por produto faturado, ou seja, a empresa lançou à atmosfera mais CO₂ em 2015 do que no ano anterior. No entanto, houve diminuição das emissões de CO₂ em milhares de toneladas em 2015 quando comparado ao número apresentado no ano anterior. Outro dado da figura acima é o consumo de água (l/por unidade produzida), constata-se que a empresa

aumentou o consumo de água. Em 2015, foi consumido 0,49 l/por unidade produzida, contudo em 2014 e 2013 foi consumido 0,45 l/por unidade produzida e 0,40 l/por unidade produzida, respectivamente. Esta informação demonstra que a empresa reduziu a eficiência na gestão e consumo de recursos hídricos, pesando negativamente na política ambiental da empresa. No que se refere o % de material reciclado pós-consumo constata-se um forte crescimento em 2015 em relação 2014. Já quando se refere ao % de embalagens eco eficientes percebe-se uma diminuição em 2015 em relação ao ano anterior.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro do contexto atual, onde a sociedade demanda das organizações uma postura social e ambientalmente adequada e positiva, não somente por meio de ações impositivas (legislação), mas, principalmente, por mudanças culturais e comportamentais. Assim, nesta linha, as empresas precisam incorporar a proteção ambiental no seu clima e cultura organizacional, bem como nos seus relatórios contábeis e de gestão.

Por outro lado, não bastam que a empresa adote, promova ou divulgue as ações ambientais por ela adotada, são necessárias outras ações que monitoram as informações ambientais sejam elas positivas ou negativas, passivas ou ativas. Este monitoramento é possível por meio do registro destas informações em sua contabilidade ou em relatórios de gestão.

Com base nas informações e análises geradas nesta pesquisa, foi possível verificar que a empresa registra em certo grau dados ou informações relacionadas a contabilidade ambiental, como foi constatado nos registros das provisões para risco ambientais. Também foi verificado por meio de seu relatório de Sustentabilidade - Caderno de Indicadores – que a empresa mantém controle de dados e informações de gestão ambiental tais como: emissões, energia, gestão de resíduos, água, efluente e biodiversidade.

Quanto a contabilidade ambiental não se verificou o registro de ativos ambientais nas suas demonstrações financeiras, no entanto, a ausência de registro de ativo na contabilidade não nos credencia a afirmar que a empresa não possui ativos ambientais, porque eles podem estar incluídos em termos genéricos.

Por fim, a gestão ambiental é um ramo recente de atividade dentro da empresa e ela tem a evoluir e por meio disto exigir da contabilidade a exemplificação de ativos e passivos ambientais das organizações.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, José de Lima (organizador), vários autores. **Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Atlas, 2009.

ANDRADE, Rui Otávio Bernades de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. **Gestão Ambiental: Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Makron Books, 2002.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3ª ed. atual e ampliada. São Paulo: Saraiva, 2011.

CARVALHO, Gardênia Maria Braga de. **Contabilidade Ambiental - Teoria e Prática**. 2ª Ed. (2008), 4ª reimpr. Curitiba: Juruá, 2012.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; DA SILVA, Roberto. **Metodologia Científica**. 6ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CORRÉA, Solange Rodrigues dos Santos. **A Contabilidade Ambiental como garantia de responsabilidade ambiental: o caso do passivo ambiental**. Revista Brasileira de Contabilidade, nº 200, pág. 37-49, Brasília, 2013.

COSTA, Alexandre Gehm da. **Contabilidade Ambiental: mensuração, evidenciação e transparência**. São Paulo: Atlas, 2012.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentável**. 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2011.

DONAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na empresa**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

FARIA, Juliano Almeida de. **O espaço do meio ambiente na Ciência Contábil: Um diagnóstico entre futuros contadores e principais periódicos acadêmicos no Brasil**. Revista Brasileira de Contabilidade, nº 193, p. 101-115, Brasília, 2012.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Acesso em 20 de agosto de 2016: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Impacto Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2006.

KOCHE, José Carlos. **Fundamentos de Metodologia Científica: Teoria Ciência e Iniciação à pesquisa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

NETO, Alexandre Shigunov; CAMPOS, Lucila Maria de Souza; SHIGUNOV, Tatiana. **Fundamentos da Gestão Ambiental**. Rio de Janeiro: Ciência Modernas, 2009.

NATURA. **Relatório Anual 2015 - Caderno de Indicadores**. Disponível em: <http://www.natura.com.br/sites/default/files/ra2015_cadernoindicadores_natura.pdf>. Acesso em 06 de junho de 2016.

NATURA. **Relatório Anual 2015 - Caderno de Indicadores - Versão Resumida**. Disponível em: <https://natu.infoinvest.com.br/ptb/5674/AF_NaturaFO2015_baixa.pdf>. Acesso em 02 de novembro de 2019.

NATURA. **Demonstrações financeiras 2015**. Disponível em: <https://natu.infoinvest.com.br/ptb/5570/Demonstraes%20financeiras%20anuais%20completas%202015%20_v2.pdf>. Acesso em 02 de novembro de 2019.

PAIVA, Paulo Roberto de. **Contabilidade ambiental: evidenciação dos gastos ambientais com transparência e focada na prevenção.** São Paulo: Atlas, 2003.

RIBEIRO, Maisa de Souza. **Contabilidade ambiental.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SCHENINI, Pedro Carlos. **Gestão Empresarial Sócio Ambiental.** Florianópolis: (S.N), 2005.

SILVA, Benedito Gonçalves da. **Contabilidade ambiental.** 1ª ed. (ano 2008), 1ª reimpr. Curitiba: Juruá, 2011.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: ISO 14000.** São Paulo: SENAC/São Paulo, 2004.

CAPÍTULO 2

GESTÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O DESCARTE DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS DE UMA COMUNIDADE DA ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE ITACOATIARA/AM

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 03/01/2021

Keyciane Rebouças Carneiro

Universidade Federal do Amazonas-UFAM/
ICET
Itacoatiara/Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/4682529016008405>

Amanda Nogueira Simas

Universidade Federal do Amazonas-UFAM/
ICET
Itacoatiara/Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/1297993008659718>

Llyssandra Bueno de Oliveira

Universidade Federal do Amazonas-UFAM/
ICET
Itacoatiara/Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/6308787632772512>

Rute Holanda Lopes Alves

Universidade Federal do Amazonas-UFAM/
ICET
Itacoatiara/Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/3678444694216259>

Samily Alvarenga dos Santos

Universidade Federal do Amazonas-UFAM/
ICET
Itacoatiara/Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/846527614853369>

RESUMO: Com o crescimento populacional, o descarte do lixo de maneira adequada é de suma importância para o meio ambiente, tanto na zona urbana quanto na zona rural, é necessário cuidados ao realizar esta prática, protegendo o solo e evitando poluição na natureza. Desta forma, este artigo tem como objetivo identificar as formas recorrentes de descarte de resíduos domésticos em uma comunidade da área rural do município de Itacoatiara, Amazonas. Para a elaboração do estudo, realizou-se uma visita *in loco* na comunidade de zona rural do município, onde foram selecionadas uma amostra de cinco famílias, as quais foram divididas em grupos e entrevistadas, com o intuito de identificar a frequência das compras, como destinavam e reciclavam seus lixos domésticos. Após o levantamento de dados, foram apresentadas soluções e métodos da gestão ambiental, onde os moradores da zona rural em estudo receberam orientações para realizarem um descarte correto do lixo, e informações de conscientização ambiental, com o intuito de fazer a diferença ao bem-estar ecológico.

PALAVRAS-CHAVE: Descarte de lixo, gestão ambiental, meio ambiente, reciclagem, resíduos domésticos.

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: A CASE STUDY ON THE DISPOSAL OF DOMESTIC WASTE FROM A RURAL COMMUNITY IN THE CITY OF ITACOATIARA / AM.

ABSTRACT: With population growth, the proper disposal of garbage is of paramount importance for the environment, both in urban and rural areas, care is needed when carrying out this practice, protecting the soil and preventing pollution in nature. Thus, this article aims to identify the recurrent forms of domestic waste disposal in a community in the rural area of the municipality of Itacoatiara, Amazonas. For the elaboration of the study, an on-site visit was made in the rural community of the municipality, where a sample of five families was selected, which were divided into groups and interviewed, in order to identify the frequency of purchases, such as destined and recycled their household waste. After collecting the data, solutions and methods of environmental management were presented, where the residents of the rural area under study were instructed to carry out the correct disposal of garbage, and information on environmental awareness, in order to make a difference to ecological well-being.

KEYWORDS: Waste disposal, environmental management, environment, recycling, household waste.

1 | INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente vem crescendo exponencialmente e destacando-se cada vez mais em diversos lugares do mundo, questões voltadas à sustentabilidade surgem devido as ações de interferências do homem com o meio ambiente, o que proporciona uma escassez de recursos naturais, que são extraídos para satisfazer o interesse e consumo humano. O volume de resíduos domésticos tem aumentado consideravelmente em todo planeta, tornando-se um problema de utilidade pública. Assim na área urbana, como na área rural o descarte não apropriado do lixo doméstico é bastante grave, podendo gerar problemas ambientais como contaminação do solo e das águas (DURAZZINI; PARADELO, 2010).

Para Rouquayrol (1994), o meio rural também necessita de aterros sanitários corretos para a cada destinação dos seus resíduos domésticos, passando então a impor atos preventivos para evitar contaminações e possíveis doenças que o lixo pode proporcionar, pois com o destino incorreto dos resíduos a saúde humana estará sendo afetada. De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, ABRELPE (2017), os números referentes à geração de resíduos sólidos urbanos revelam um total de 78,4 milhões de toneladas no país em 2017, o que corresponde a 59,1% do resíduo coletado, dispostos em aterros sanitários, o restante, que corresponde a 40,9% dos resíduos coletados, foram despejados em locais inadequados por 3.352 municípios brasileiros, totalizando mais 29 milhões de toneladas de resíduos sólidos. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo Identificar as formas recorrentes de descarte de resíduos domésticos em uma comunidade da área rural do município de Itacoatiara/AM.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão Ambiental

O sistema de gestão ambiental é uma metodologia subordinada aos princípios de uma política ambiental, pela qual as empresas buscam atingir uma gestão efetiva nesse âmbito. Pode derivar de uma política reativa se utilizar métodos corretivos como base para soluções de problemas, ou de uma política proativa se os métodos tiverem caráter preventivo. Embora este último seja o ideal, por tratar a causa do problema, a maioria das empresas opta pelo método corretivo (DIAS, 2009). A gestão ambiental é composta por três esferas: política ambiental, planejamento ambiental e gerenciamento ambiental. Esses elementos devem ser articulados de forma que a política ambiental constitua uma dimensão maior, representante dos interesses da sociedade e do governo.

De forma geral, a produção do lixo no mundo é dividida em três categorias: “lixo reciclável (30%), lixo degradável (50%) e os 20% restantes, obrigatoriamente, devem ser depositados em locais previamente escolhidos para construção de aterros sanitários, de acordo com a legislação ambiental vigente em cada país” (CABANA; SOUZA; COSTA, 2009, p.1). Para Souza (1998), é importante que as políticas ambientais estejam presentes nas ações atuais, no qual venham proporcionar medidas sustentáveis que diminuam com a propagação de poluentes, por meio de iniciativas que favorecem mercado atual.

A escolha das áreas para deposição do lixo nas imediações das comunidades geralmente é feita de maneira aleatória ou baseada apenas na acessibilidade do local (Almeida Júnior et al, 2005). A literatura afirma que uma boa gestão do “lixo” tem como princípio, na ordem a correta, “coleta, transporte, processamento, tratamento, reciclagem e eliminação dos resíduos” (ARUNABHA; FELLOW, 2011, p.1).

2.2 Resíduos Domésticos

O lixo rural é derivado de atividades agropecuárias, podendo ser composto de materiais particulares à produção como embalagens vazias de agrotóxicos e fertilizantes químicos, sobras de culturas, dejetos animais, produtos veterinários, pastilhas e lonas de freio entre outros, quanto por sobras, semelhantes às produzidas nos centros urbanos, como restos de alimentos, vidros, latas, papéis, plásticos, pilhas, baterias, fertilizantes químicos e lâmpadas (DAROLT, 2008). Resíduos vinculados à descartes incorretos correm risco de contaminar o solo e comprometer a saúde da fauna e da flora devido a presença de possíveis substâncias químicas e tóxicas. Brasil (2005), ressalta que apesar do meio rural não descartar elevadas quantidades de lixo como na zona urbana, as pequenas descartadas inadequadamente, ocupam grandes parte do solo, passando então ser um fator suficientes para causar grandes transtorno no meio ambiente, e possivelmente a todos que estão ao seu redor.

Os malefícios causados por todo e qualquer tipo de lixo são incontáveis. Os mesmos podem causar poluição nos solos, águas, ar, contribuindo também para o aquecimento global e para a destruição da camada de ozônio (BRASIL, 2008).

Para Cabana et al., (2009), a produção dos resíduos podem ser dividida em três categorias: “lixo reciclável (30%), lixo degradável (50%) e os 20% restantes, obrigatoriamente, devem ser depositados em locais previamente escolhidos para construção de aterros sanitários, de acordo com a legislação ambiental vigente em cada país”. Sendo assim, os municípios devem adotar medidas que possam diminuir o descarte indevido das áreas rurais, impedindo a propagação da poluição do ar, solo e de fontes de água (KAZUBEK, 2010).

3 | METODOLOGIA

Esta pesquisa tem como objeto de estudo em uma comunidade rural situada no município de Itacoatiara/AM, sendo, portanto, um estudo de caso. Por ser um estudo de caso, permitiu-se um conhecimento mais aprofundado da realidade da comunidade analisada, bem como observação do seu ambiente por meio de uma visita *in loco*.

Para Triviños (1987), o estudo de caso é definido como uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Quanto aos fins, é uma pesquisa exploratória. A pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. Geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso (GIL, 2002). Diante disso, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre as metodologias a serem aplicadas por meio de artigos e livros e fez-se uso de entrevista com os comunitários por meio de questionários. Para Cervo, Bervin e Da Silva (2007), estas pesquisas proporcionam informações precisas da situação a ser estudada, visto que esse tipo de estudo requer todo um planejamento para uma possibilidade de considerar os tipos de irregularidades encontradas na localidade. O estudo exploratório aumenta a familiaridade do pesquisador com o fenômeno ou com o ambiente que pretende investigar, servindo de base para uma pesquisa futura mais precisa.

É uma pesquisa descritiva, pois expõe as características de determinada população ou fenômeno, estabelecendo correlações entre variáveis e definindo sua natureza, a pesquisa não tem o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação (VERGARA, 2000). Fez-se necessário o uso da pesquisa de campo, para um entendimento mais aprofundado do assunto abordado. O estudo tem abordagem qualitativa, pois ocorreu uma coleta de dados não numéricos, neste método, a coleta de informações e a análise das mesmas são organizadas, com o objetivo de garantir maior acurácia aos resultados (DALFOVO; LANA; SIVEIRA, 2008). A amostragem da pesquisa foi de caráter não probabilística intencional (MARCONI & LAKATOS, 2003). Onde foi procedida da seguinte forma, aplicação de questionários para melhor coleta dos dados,

observações, entrevistas e visitas regulares na comunidade para conhecer melhor o lugar e como seus resíduos domésticos são descartados atualmente. No caso das entrevistas coletivas, utilizou-se a abordagem proposta por Thiollent (2007). A entrevista possibilita registrar, além disso, observações sobre a aparência, o comportamento e as atitudes do entrevistado. Daí sua vantagem sobre o questionário. Deve-se recorrer a entrevista à para obter dados de valor incerto ou para obter informações precisas, cuja validade dependeria de pesquisas ou de observações controladas, tais como datas, relações numéricas etc. (CERVO, BERVIN E DA SIVA ,2007). A princípio, foi realizada uma visita *in loco* na comunidade de zona rural do município de Itacoatiara/AM, a fim de conhecer a situação local dos moradores e como era o processo de descarte dos resíduos domésticos em sua localidade.

Para esta pesquisa, foram selecionadas uma amostra de cinco famílias as quais foram divididas em cinco grupos, sendo eles A, B, C, D e E. A família do grupo A era composta por 15 integrantes, a família do grupo B, por 4 integrantes, a família C composta por apenas 1 integrante, a família D por 6 pessoas e a família E por 5 membros. Estabelecendo que quanto maior a quantidade de integrantes em uma família, maior será o consumo de produtos e conseqüentemente mais elevado a produção de lixo no domicílio. Para a coleta das informações, foi aplicado um questionário a fim de saber a quantidade de resíduos que eram produzidos pelas famílias, sua forma de descarte e como eram armazenados até seu destino final, levando em consideração os possíveis transtornos que a má destinação dos resíduos domésticos poderia causar futuramente ao meio ambiente. Desta forma, foram analisados os seguintes critérios: quantidade de moradores em cada residência, frequências de compras, armazenagem dos resíduos, destino final, e se havia algum tipo de reciclagem adotado pelos mesmo.

4 | RESULTADO

Inicialmente, considerou-se que os resíduos são resultado dos produtos adquiridos e que, por tratar-se de uma comunidade rural, esses bens são obtidos na sede do município, buscou-se entender o processo de compras das famílias estudadas.

Para início, foi investigado a frequência de compras realizadas, como ilustrado na tabela 1, observa-se a frequência das compras de suprimentos que cada família realizava. Observa-se que as compras diárias não ocorrem todos os dias e que apenas uma das famílias realiza compras semanalmente. Dada a distância das áreas urbanas a preferência se dá pelas compras quinzenais e mensais.

Frequência	Famílias
Diário	-
Semanal	A
Quinzenal	C e D
Mensal	B e E

Tabela 1 – Frequência de compras

Fonte: Autores (2020)

Em sequência, foram obtidas as informações referentes aos modos de acondicionamento dos seus resíduos, onde foram observadas que a quantidade de lixo armazenado era estabelecida de acordo com a frequência de compras dos produtos. Para isto, foram realizadas toda uma trajetória desses resíduos, cujo o objetivo principal era identificar ou meios de descartes final dos mesmos, se estavam sendo acumulados, descartados, separados e destinados a um local ou reciclados por meio da separação de plásticos, papéis, vidros, e não recicláveis. Sendo assim, uma vez que não há serviço de coleta de resíduos nas comunidades, durante a pesquisa foi constatado que todas as famílias optavam por acumular seus resíduos durante um tempo sem determinação ou frequência, deixando atingir uma grande quantidade empiricamente determinada e assim descartá-los de uma só vez. Todavia, segundo os grupos, faziam a separação de apenas dois tipos de matérias, os sacos plásticos e as garrafas pets, onde os sacos plásticos eram bastantes utilizados para o semeio de suas plantas, guardar alimentos, produtos, dentre outros, quanto as garrafas pets, eram reutilizadas com deposito de água potável e artesanatos com a elaboração de bolsas, brinquedos, lembrancinhas, dentre outros meios recicláveis.

Quanto aos demais, eram eliminados de uma só vez, sem nenhuma preparação ou separação de produtos antes do seu destino final. A tabela 2 ilustra o destino dos resíduos domésticos de acordo com os grupos de famílias:

Frequência	Famílias
Queima	A, B e C
Enterrar na propriedade	A e D
Deposito em outro local	-
Descarte a céu aberto	-
Reutiliza algum tipo de resíduo	A, B, C, D e E

Tabela 2 – Destinação dos resíduos domésticos

Fonte: Autores (2020)

Segundo os resultados da tabela 2, verificou-se que as famílias A, B e C escolhiam como destinação final dos seus resíduos domésticos a combustão, onde todo seu lixo produzido era levado para o quintal de suas propriedades e queimados de uma só vez. Segundo eles, não havia outra alternativa, pois não existia um controle por parte da administração pública a respeito da coleta de lixo no meio rural, sendo por muitas vezes esquecidos, tornando responsabilidade dos próprios moradores a procura de um local para então se desfazer desses resíduos.

Para mais, as famílias do grupo A e D, além de realizar a combustão dos seus resíduos domésticos, também relataram que enterram dentro de sua propriedade, locais que muitas das vezes eram próximas as suas residências. Foi verificado também que todos os grupos não optavam em descartar seus lixos em um local específico, ou até mesmo, joga-lo a céu aberto. Constatando que todos os entrevistados escolhiam a desapropriação por meio da combustão ou aterro, ou até mesmo os dois tipos, como o caso do grupo A e D mencionado anteriormente. Após a verificação da destinação do lixo doméstico, foi questionado se havia algum tipo de reciclagem, desta forma, todas as famílias afirmaram que adotavam medidas de reaproveitamento com plásticos ou garrafas. Sendo assim, constatou-se que todos os grupos reutilizavam esses tipos de materiais como mostra na tabela 3.

Família	Sim	Qual?	Não
A	X	Plásticos e Garrafas	
B	X	Plásticos e Garrafas	
C	X	Plásticos e Garrafas	
D	X	Plásticos	
E	X	Garrafas	

Tabela 3 – Reutilização de resíduos

Fonte: Autores (2020)

Diante dos dados coletados e das observações feitas aos moradores da zona rural, foram dadas orientações para que os mesmos compreendessem que o lixo ao ser descartado de forma irregular pode causar grandes danos a natureza, prejudicando a vida futura do planeta e de seus moradores. Para isso, foram colhidas informações importantes, as quais estabeleceram o grau de conhecimentos dos comunitários a respeito que a má destinação de suas sobras e o impacto que causariam a biodiversidade.

A respeito da combustão de lixos, onde boa parte dos entrevistados demonstraram sua consciência, e relataram suas respostas com os seguintes argumentos, que sabiam dos prejuízos que a queima de seu lixo poderia causar ao ambiente, danos, como, poluição

do ar e possivelmente queimadas inesperadas. Uma das famílias relatou que queimava seus lixos nos cantos dos terrenos, no entanto, compreendia que esse comportamento causaria um desequilíbrio natural, e que seus atos seriam apontados como uns dos principais fatores preocupantes como, poluição do ar, aumento da gravidade para os que possuem doenças respiratória, e o risco de incêndio em áreas de florestas próximas, entre outros. Duas das famílias responderam que não tinha o conhecimento dos prejuízos que ao inflamar seus lixos estavam contribuindo de forma insignificante ao ecossistema, pois não compreendia dos métodos de preservação.

Todavia, mesmo que boa parte dos entrevistados demonstraram no ato da entrevista a consciência de seus atos, os mesmo, permaneciam com o comportamento inadequado levando em conta as justificativas de não serem contemplados por coleta seletivas por meio dos órgãos públicos, e a ausência de um local considerado adequado para o descarte ou reaproveitamento dos mais diversos tipos de resíduos, e com por necessidade de descartá-lo permaneciam se desfazendo dos mesmo em lugares impróprio, muitas vezes próximo a suas residências.

Quanto as consequências que os aterros de lixos podem causar ao ecossistema, a maioria dos entrevistados demonstraram que tinham a consciência dos prejuízos que o ambiente teria ao receber os resíduos, mesmos assim cometiam os erros e também defendiam seus atos prejudicial de desapropriação pelo fato de não existir coleta seletiva por parte dos órgãos competentes do município. Por outro lado, uns dos grupos responderam que por falta de informação faziam o nível dos resíduos e não sabiam das consequências que o ambiente teria com esses tipos de comportamento, sendo assim, eles recolhiam os lixos e passavam a enterrar nos cantos de suas propriedades. O lixo a céu aberto é também uma das grandes preocupações ambientais, desta forma os comunitários relatam seu entendimento a respeito dos malefícios que o lixo exposto poderia causar ao ecossistema.

Quanto ao nível de conhecimento, o grupo A demonstrou um conhecimento elevado a respeito do assunto, relatando que o lixo a céu aberto traz grandes prejuízos ao meio ambiente e para toda sociedade que nele habita, transtornos como, mau cheiro, doenças, acumulação do entulhos e roedores, e que por esse motivo dizem que o melhor jeito para os destinar é por meio da queimada ou enterro. A família B disse que sabia dos possíveis danos que o lixo a céu aberto poderia causar, no entanto não especificou o seu conhecimento sobre o respectivo assunto.

Os entrevistados do grupo C responderam que sabiam mais ou menos das consequências causados pelo lixo exposto ao solo, e para eles a melhor forma de descarte era por meio do referente ato que os mesmos cometiam, a combustão.

A família D disse que tinha um conhecimento a respeito dos danos que lixo a céu aberto pode oferecer ao ambiente, e reconhece que a negligência do homem perante ao bem-estar do planeta é preocupante, no entanto, sem ter a opção de meios adequados de

desapropriação, passam a elimina-los da forma mais favorável para o mesmo, aterrando nos cantos de suas propriedades.

Por fim, recolhendo todas as informações dos comunitários, a família E foi a única que respondeu que não tinha a mínima consciência que os resíduos a céu aberto poderiam causar na biodiversidade, e que é por meio de aterros que se desfazem dos mesmos.

4.1 Soluções e métodos da gestão ambiental

Depois das coletas de dados, foram passadas aos moradores algumas informações de conscientização ambiental, conhecimentos simples mais que podem fazer a diferença ao bem estar ecológico, conscientização que destacam a reciclagem como um fator primordial para o futuro do planeta, no qual, contribuem para que sociedade viva melhor e fator predominante para o desenvolvimento sustentável, pois, por meios de transformações de materiais novos produtos são gerados, e possivelmente menos lixos serão descartados ao ambiente, meios que não beneficiam somente a comunidade, mais sim como o todo, pois quando ações inovadoras são implementadas, grandes mudanças acontecem, transformações essenciais para o meio ecológico e vidas futuras.

A segunda orientação foi a respeito de acumular, separar os resíduos e levar a um local considerado apropriado para descartá-lo, deixar em uma empresa de reciclagem quando for a área urbana ou reutilizar e assim evitar uma desapropriação inadequada como o atual. Quanto aos lixos orgânicos foram repassadas técnicas de compostagem e adubação.

E por último e mais importante que adere a todas as demais, é a informação a respeito de estar cuidando e preservando a natureza, por meio de iniciativas consideradas simples mais que se cada um fizer sua parte grandes transformações ocorrerá, mudanças que devem fazer toda a diferença, pois o planeta necessita de ações educadoras e inovadoras para assim então preservar o bem mais precioso de todos os seres que habitam o planeta, levando em conta que futuramente novas gerações venham desfrutar do que o ambiente possa oferecer de melhor.

5 | CONCLUSÃO

A pesquisa realizada na zona rural do município de Itacoatiara/AM foi baseada na gestão ambiental, que visa constatar os erros existentes no momento da disposição final dos resíduos domésticos dos moradores, mostrando os prejuízos que os descartes indevidos causam ao meio ambiente.

Diante das informações coletadas, observou-se que a população rural mesmo sendo moradores de áreas com grandes florestas e diversidade de animais, falham na questão de preservação dos recursos naturais que eles mesmos usufruem, tendo em vista um grande índice de poluição no solo, consequência da falta de conhecimento das destruições que seus lixos causam.

Com os dados analisados, observou-se que as cinco famílias são semelhantes na questão de coleta, armazenamento e destino final do seu lixo, visto que, todas utilizam a prática inadequada de depósito dos seus resíduos, sendo feito a queimada ou enterro dos mesmos. Todos os resíduos são acumulados e descartados de uma só vez, havendo a reutilização apenas de produtos plásticos. Além disso, as famílias apresentaram o desconhecimento do assunto de gestão ambiental, preservação da natureza e até mesmo os princípios básicos de reciclagem. O problema encontrado não está na falta de interesse por parte dos assuntos, mas sim na falta de ensinamento por parte das unidades e órgãos de educação ambiental para informá-los e instruí-los para uma mudança de hábito.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, Antonio Ribeiro; HOEFFEL, João.Luiz de Moraes; QUEDA, O. **A propriedade rural como símbolo**. 1ª ed. São Paulo: Hucitec, 2005, 155p.

ARUNABHA, Mallik; FELLOW, Elected. **Gestão de resíduos sólidos rural: questões e ações**. Disponível em:< <http://www.sanitation.kerala.gov.in/pdf/>> Acesso em: 24 Jan. 2020.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos sólidos no Brasil**. 2017. Disponível em:
< http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf> Acesso em: 23 de março de 2020.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Educação para o consumo sustentável**. Brasília: MMA, 2005.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Os diferentes matizes da Educação Ambiental no Brasil 1997 – 2007**. Brasília: MMA, 2008.

CABANA, G. S.; SOUZA, D. S.; COSTA, A. J. V. **A questão do lixo no espaço rural: uma abordagem socioambiental nas Colônias Maciel e São Manoel** – Rincão da Cruz – Pelotas/RS. Anais. XVIII Congresso de Iniciação Científica XI Encontro de Pós-Graduação e I Mostra Científica. UFPEL. Pelotas. Outubro de 2009.

CERVO, Amado Luiz.; BERVIAN, Pedro Alcino; DA SILVA, Roberto. **Metodologia científica**. 6ed. São Paulo: Perason Prentice Hall, 2007.p. 52-64

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; DA SILVA, Roberto. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, 2008.

DAROLT, Moacir Roberto. **Lixo rural: do problema à solução**. Ponta Grossa, 2008. Disponível em <https://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=32&id=373>. Acesso em: 25 fev. 2020.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2009.

DURAZZINI, Ana.Maria.Sá; PARADELO, E.S. **LIXO RU RAL NO BRASIL: a problemática da destinação correta de embalagens vazias de agrotóxicos e a realização de coleta seletiva**. Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, v. 2, n. 2, p. 57-63, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. KAZUBEK, Marian. O problema do lixo rural. 2010.

MARCONI, Mariana de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamento de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

ROUQUAYROL, Maria Zélia. **Epidemiologia e Saúde**. Rio de Janeiro: Medica e Científica- MEDSI, 1994.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA, R. S. **Economia política do meio ambiente**. Pelotas :Educat, 1998. p162.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação** – 15 ed. – São Paulo: Cortez, 2007.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo da Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VERGARA, Sylvia Costant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000

LA RESPONSABILIDAD EXTRA CONTRACTUAL DEL ESTADO ECUATORIANO POR DAÑOS AMBIENTALES

Data de aceite: 01/02/2021

Manuel Augusto Bermúdez Palomeque

<https://orcid.org/0000-0002-3405-1821>

Liliana Saltos Solórzano

<https://orcid.org/0000-0001-8454-5355>

RESUMEN: El derecho ambiental como rama del derecho, reposa sobre un conjunto de normas jurídicas que regulan la conducta individual y colectiva de las personas, para fundamentar la auto conservación del medio ambiente libre de contaminación. El objetivo de este estudio es analizar la responsabilidad extracontractual del estado por daños ambientales y su relación con el desarrollo sustentable en el Ecuador. La metodología empleada fue de tipo cualitativo-descriptivo a partir del análisis documental, necesaria para seleccionar un conjunto de documentos y obras, en las cuales trata principalmente sobre los daños ambientales, responsabilidad contractual, lineamientos para la aplicación de compensaciones por afectaciones socioambientales, así como también de los involucrados en el ámbito ambiental con lo indicado en la legislación correspondiente y en la Carta Magna en lo referente al equilibrio económico, social y ecológico que debe existir para el normal desarrollo de obras y los habitantes bajo su área de influencia. Como técnica del estudio, se aplicó la entrevista. Entre los resultados obtenidos se destaca

que el Estado debe romper el paradigma de gestión aislada y desarticulada de sus diferentes instancias técnicas y ejecutoras, ya que lo más importante sea la efectiva conservación del patrimonio natural del Ecuador y el paulatino apoyo que las actividades económicas deben brindar al desarrollo integral de las zonas en las cuales se ejecutan grandes obras que afectan al medio ambiente. Adicionalmente, es importante destacar que las políticas deben promover ciertos principios éticos como el derecho de vivir en un ambiente sano, con esto se logra diferenciar el subsanar al medio ambiente y el fomentar ciertos valores que se requieren para lograr el Buen Vivir de la población.

PALABRAS CLAVE: Responsabilidad del Estado, derecho de daños, responsabilidad subjetiva, responsabilidad por culpa, responsabilidad objetiva, calidad de vida, daños ambientales.

THE EXTRA CONTRACTUAL LIABILITY OF THE ECUADORIAN STATE FOR ENVIRONMENTAL DAMAGES

SUMMARY: Environmental law as a branch of law, rests on a set of legal norms that regulate the individual and collective behavior of people, to support the self-preservation of the environment free of contamination. The objective of this study is to analyze the non-contractual liability of the state for environmental damage and its relationship with sustainable development in Ecuador. The methodology used was qualitative-descriptive based on documentary analysis, necessary to select a set of documents and works, in which it

deals mainly with environmental damage, contractual liability, guidelines for the application of compensation for socio-environmental impacts, as well as also of those involved in the environmental field with what is indicated in the corresponding legislation and in the Magna Carta regarding the economic, social and ecological balance that must exist for the normal development of works and the inhabitants under its area of influence. As a study technique, the interview was applied. Among the results obtained, it is highlighted that the State must break the paradigm of isolated and disjointed management of its different technical and executing entities, since the most important thing is the effective conservation of Ecuador's natural heritage and the gradual support that economic activities must provide. to the integral development of the areas in which large works that affect the environment are carried out. Additionally, it is important to note that policies must promote certain ethical principles such as the right to live in a healthy environment, with this it is possible to differentiate the correction of the environment and the promotion of certain values that are required to achieve Good Living for the population.

KEYWORDS: State responsibility, tort law, subjective liability, liability for fault, strict liability, quality of life, environmental damage.

1 | INTRODUCCIÓN

El derecho ambiental como rama del derecho, reposa sobre una serie de principios jurídicos que encuentran su fundamento en la autoconservación del medio ambiente y que están dotados de autonomía propia, está vinculado siempre con una política ambiental que lo condiciona, reconoce como objeto propio la determinación permanente del ambiente deseado.

El medio ambiente ha sufrido graves daños, producto de las actividades tanto de la empresa privada como las que realiza el estado principalmente en la explotación de los recursos naturales y en la construcción de obras públicas, causando un grave daño ambiental a las zonas en las que se ejecutan estas obras, a pesar de existir los instrumentos legales que amparan al medio ambiente. En muchos casos las empresas privadas y el estado no asumen sus responsabilidades en cuanto a la reparación del daño ambiental, afectando el derecho al buen vivir de las comunidades afectadas.

Para Reiche y Carls (2007), el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y los sistemas es muy importante, de éstos dependen la supervivencia y el desarrollo humano; el preservar la diversidad genética; y, el asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies y los ecosistemas (peces y fauna silvestre, bosques y pastos) que constituyen la base vital para millones de comunidades rurales, así como de muchas industrias, son objetivos de la conservación de los recursos vivos y a los que debe tender toda política ambiental. Frente al fenómeno daño ecológico, no se está ya en presencia de conflictos puramente intersubjetivos, como ocurre en la concepción individualista del proceso clásico o tradicional (Civil), sino que en razón de que “el daño es difuso” y la causa es colectiva, la violación puede producirse no solamente al nivel de derecho subjetivo “stricto sensu”,

sino que pueden ser lesionados “intereses legítimos “e” intereses o derechos colectivos “; es decir que afecten a muchos, o como si se tratara de “una colmena de derechos, también llama” intereses difusos “, porque se difuminan afectando a todos o a muchos.

A través del desarrollo de la presente investigación, se buscó analizar la responsabilidad extracontractual por daños ambientales enfocándolo a las obras civiles realizadas por el estado, la actividad privada y su relación con el desarrollo sustentable. La normativa y reglamentación en el Ecuador que regula los contratos en sus diversos aspectos que involucran la adecuada relación entre el contratante y la garantía de seguridad y resiliencia en obras de ingeniería, servicios básicos, etc. es fundamental para su ejecución, involucrando a las comunidades vecinas o sedes donde se ejecutan.

Las leyes ecuatorianas en materia ambiental han determinado directrices básicas para la ejecución de estos proyectos, no obstante, dichos cuerpos legales no han sido aplicados adecuadamente presentando vacíos concretos en la caracterización de los posibles impactos ambientales y su remediación establecida o no en los contratos. Por esta razón, es fundamental y necesario la evaluación del nivel de competencia y eficacia del cumplimiento de los involucrados en el ámbito ambiental con lo indicado en la legislación correspondiente y en la Carta Magna en lo referente al equilibrio económico, social y ecológico que debe existir para el normal desarrollo de la obra y los habitantes bajo su área de influencia.

El objetivo es analizar la responsabilidad extracontractual del estado por daños ambientales en la obra pública y su relación con el desarrollo sustentable en el Ecuador; mediante el estudio de la responsabilidad extracontractual del Estado por daños ambientales en la obra pública y su relación con el desarrollo sustentable en el Ecuador; y, el análisis crítico sobre los lineamientos para la aplicación de compensaciones por afectaciones socio ambientales.

Se aborda previamente el análisis de la responsabilidad extracontractual por daños ambientales, se analizan adicionalmente contenidos como los derechos de la naturaleza que son los más afectados por estas actividades y que tienen una incidencia directa al desarrollo sustentable.

La normativa jurídica que se aplica en favor de la naturaleza ha sido reenfocada o redireccionada para que se cumpla tal fin de protección de derechos que se encuadra en el campo de los derechos sociales; por tanto, las actividades productivas que tiene un fin de carácter económico y de riqueza material individual deben ante todo responder a un interés superior que es el de preservar la vida del ser humano.

En base a la aplicación de lo antes anotado se puede demostrar una satisfacción en los involucrados en la creación de políticas del medioambiente ya que adquiere cada vez mayor virtualidad, la necesidad de tutelar jurisdiccionalmente cientos de intereses que, pese a su importancia, aparecen fácilmente delicados, tales como los de los habitantes, en caso de contaminación ambiental.

2 | DESARROLLO

2.1 Responsabilidades

Como consecuencia de la Revolución Francesa y su influencia en las Legislaciones especialmente latinoamericanas, es el surgimiento del Estado de derecho, el cual, por supuesto implica la existencia del principio de legalidad, el mismo que recordemos se encuentra establecido en el Art. 226 de la Constitución del 2008. Es decir, solo puede hacerse lo establecido en la constitución y en la Ley lo no establecido en las normas jurídicas, es prohibido. En la postura teórica de Marjenhoff (2007) “El estado de derecho presupone una autolimitación de sus propios poderes por parte del Estado permitiendo frente a él un ensanchamiento de la esfera jurídica del administrado, ensanchamiento que incluye la responsabilidad estatal por actos que le sean jurídicamente imputables” (p.34). En referencia a la Responsabilidad Administrativa, Rodríguez (2005) expresa:

Para que exista responsabilidad administrativa, es necesario que converjan tres elementos: actuación de la administración, daño o perjuicio y nexos causal entre el daño y la actuación. La actuación administrativa es un elemento esencial a la hora de establecer la responsabilidad; actúa por medio de actos, hechos, operaciones, vías de hecho y omisiones; el daño es “la lesión del derecho ajeno consistente en el quebranto económico recibido, en la merma patrimonial sufrida por la víctima, a la vez que el padecimiento moral que la acongoja”; y, el nexo que es el efecto o resultado de aquella actuación. (p.321)

El tema de la responsabilidad de la Administración Pública, ha avanzado, pues antes se establecía que el Estado no debía ser responsabilizado de sus actos, como tampoco era sujeto de un pronunciamiento condenatorio de resarcimiento de perjuicios; ahora, partiendo especialmente de las pautas o conquistas en este sentido del Derecho Francés, que ha incidido conforme lo anotamos antes en el derecho occidental y en gobiernos democráticos, actualmente es de gran valor la aceptación de la responsabilidad del Estado, especialmente por las fallas en el servicio público, esto es por la acción u omisión negligente de la Administración Pública. Según Guerrero (2011):

Las instituciones de Latinoamérica mantienen un patrón de legislación sobre la base de la influencia francesa en relación con sus instituciones jurídicas. La tendencia general es hacia la responsabilidad directa de los funcionarios con base en los principios del derecho privado, dejando al Estado apenas una responsabilidad subsidiaria. (p. 41)

En otros casos se acude al argumento de que un sistema amplio y generalizado de responsabilidad estatal resulta peligroso, tanto para la eficacia de las tareas impuestas por el servicio y el interés general como para las finanzas públicas. El resultado es que el grado de reconocimiento de indemnizaciones por los perjuicios derivados del actuar estatal, así como su frecuencia, varían notablemente de un país a otro. No obstante, hay que señalar

que el reconocimiento expreso e inequívoco de la responsabilidad pública ya aparece en las más recientes Constituciones, como es el caso de Venezuela y Ecuador.

2.2 Etapa precontractual

Para Ruiz (2013)

La etapa precontractual cualquiera que sea la modalidad de contratación, inicia con una necesidad del Estado de prestar un servicio a través de los particulares o de otras entidades, a través de los llamados convenios de cooperación o convenios interadministrativos. El estado contrata entonces para el cumplimiento de unos fines esenciales definidos en la Constitución y en el mismo Estatuto de Contratación. De allí que esta etapa esté conformada por unos actos preparatorios, algunos de ellos de trámite, otros definitivos, lo que hará la diferencia en cuanto a vías de acción judicial del particular oferente, como por ejemplo el acto que declara desierta una licitación o el acto de adjudicación. (p.143)

La fase precontractual cualquier persona que sea la modalidad de contratación, inicia con una necesidad del Estado de prestar cualquier servicio por medio de los particulares o de otras entidades, por medio de los denominados acuerdos de cooperación o acuerdos interadministrativos. Según Valés (2014) la responsabilidad precontractual o culpa in contrahendo es abordada como:

La responsabilidad que se genera durante la formación del contrato en la que se vulnera la violación de un deber de conducta impuesto por la buena fe en sentido objetivo. Así, coincidentemente la doctrina basa la responsabilidad precontractual en la violación por las partes del deber de comportarse de buena fe por el hecho de entrar en contacto y de relacionarse. (p.49)

2.3 Responsabilidad contractual

El tema de la responsabilidad de la administración pública ha evolucionado. Antes se establecía que el Estado no debía ser responsabilizado de sus actos, como tampoco era sujeto de una sentencia condenatoria de resarcimiento de perjuicios. Actualmente partiendo especialmente de las pautas o conquistas en este sentido del Derecho que ha incidido conforme lo anotamos antes en el derecho occidental y en gobiernos democráticos, actualmente es de gran importancia la aceptación de la responsabilidad del Estado, principalmente por las fallas en el servicio público, esto es por la acción u omisión negligente de la administración pública.

Actualmente, cuando el Estado infringe su responsabilidad de cumplir con sus obligaciones previstos en la Constitución, en el Título III de Garantías Constitucionales, se incluye el Capítulo Tercero “Garantías Jurisdiccionales”, Sección Segunda, se ha creado la figura jurídica de la “acción de protección, que justamente tiene entre otros, la de proteger cuando exista por parte del Estado, la prestación de servicios impropios, para evidenciar lo sostenido, se transcribe la norma: La acción de protección tendrá por objeto el amparo

directo y eficaz de los derechos reconocidos en la Constitución, y, podrá interponerse cuando exista una vulneración de derechos constitucionales, por actos u omisiones de cualquier autoridad pública no judicial, contra políticas públicas cuando supongan la privación del goce o ejercicio de los derechos constitucionales y cuando la violación procede de una persona particular, si la violación provoca daño grave, si presta servicios públicos impropios, si actúa por delegación o concesión, o si la persona afectada, se encuentra en estado de subordinación, indefensión o discriminación. (Constitución del Ecuador, 2008, art.88).

Los recursos públicos no pierden su calidad de tales al ser administrados por corporaciones, fundaciones, sociedades civiles, compañías mercantiles y otras entidades de derecho privado, cualquiera hubiere sido o fuere su origen, creación o constitución, hasta tanto los títulos, acciones, participaciones o derechos que representen ese patrimonio, sean transferidos a personas naturales o personas jurídicas de derecho privado, de conformidad con la ley. (Guerrera, 2011, p.28)

Narváez (2012) en el texto *Derecho ambiental en clave neoconstitucional: enfoque político*, expresa que:

La responsabilidad contractual en la administración pública es la derivada de sus relaciones contractuales. La responsabilidad derivada de la actuación de las personas que con ella contratan únicamente afectará a la Administración pública en la medida en que sea a ella imputable el acto u omisión determinante del daño o perjuicio causados a terceros durante la ejecución de contratos cuando sean consecuencia de una orden directa e inmediata a la Administración o de los vicios del proyecto. (p.317)

Cuando se habla de servicios públicos, se piensa que estos se refieren a la construcción de obras de infraestructura viales, salubridad, salud, educación, agraria y otros. El concepto de servicio público no consiste solo en la contratación de ejecución de obras, adquisición de bienes y prestación de servicios generales o especializados, especialmente implica la efectiva operación administrativa, financiera y de gestión, para proporcionar a la colectividad los elementos suficientes para cubrir sus necesidades.

La actividad contractual debe desarrollarse dentro de criterios de planeación administrativas y financiera, los planes y programas para tener cumplido efecto requieren del apoyo logístico y de la consecución de los bienes o servicios que coadyuven a satisfacer las necesidades sociales que se consideran prioritarias según las políticas públicas e institucionales. Ello debe conducir a examinar “que los bienes o servicios adquiridos satisfagan las necesidades de la entidad de tal manera que le permitan cumplir con los planes, programas y políticas institucionales.

2.4 Responsabilidad extracontractual

Según Torregroza (2007), nos entrega su aporte referente a la responsabilidad extracontractual:

Surge de una conducta de los órganos del Estado. Puede originarse en un acto o hecho de órgano legislativo, judicial o administrativo. No cualquier acto o hecho del órgano judicial o legislativo comporta responsabilidad judicial o administrativa, así en el congreso cualquier daño ocasionado por él o sus órganos debido a conductas que no comporten específicamente una ley en sentido formal, encuadran en la responsabilidad administrativa y no en la legislativa. En igual sentido, la responsabilidad judicial sólo opera por actos judiciales concretos. (p.7)

Por otra parte, Barros (2006) indica que “la responsabilidad extracontractual es la que surge ante el incumplimiento del deber genérico de no dañar, que es aquel que se nos impone y aceptamos por el hecho de vivir en sociedad” (p.78). La responsabilidad del estado por actos judiciales se da, por ejemplo, en el derecho comparado cuando una persona es condenada en primera instancia y absuelta en última instancia, o procesada y detenida, siendo después sobreseída definitivamente. El daño y la responsabilidad consecuente pueden emerger de conductas judiciales ilegítimas o, como en la generalidad de los casos, legítimas, razón por la cual alguna doctrina clásica se resiste a aceptar la responsabilidad estatal.

2.5 Evolución del derecho ambiental internacional

Después de que ha transcurrido un período de tiempo relativamente corto desde que se comenzó a hablar del derecho ambiental, hoy en día no parece haber ninguna duda sobre la existencia de esta rama del derecho tampoco es un secreto que la complejidad de los daños ambientales, así como de sus circunstancias nos obliga a formular nuevas leyes y principios para tratar esta realidad. Sin embargo, de lo anotado, su autonomía no ha sido suficientemente debatida. Últimamente se ha sido testigos de una proliferación de normas o principios que podemos llamar ambientales, emanadas de los diferentes niveles de organización política sea internacional comunitario, nacional, regional, provincial e incluso municipal.

De igual manera se han enunciados conocidos principios utilizados a nivel internacional, que por la “necesidad” o falta de propios, el derecho ambiental ha ido adoptando como suyos, pero que muchas veces se expone a la crítica por la falta de aplicabilidad o universalidad. Seguramente la toma de conciencia del efecto negativo que para la naturaleza tiene la acción del hombre, obliga a poner manos a la obra en la construcción y explicación de nuevas normas, muchas veces sin la debida reflexión teórica.

Desde tiempos remotos el hombre ha sido considerado centro y destinatario de la norma coercitiva, este concepto en el tema ambiental se ha ido ampliando, especialmente con la Constitución del 2008, la cual otorga derechos a la Naturaleza, cambiando en cierta medida, la visión generalizada del cuidado del ambiente, de los ecosistemas y sobre todo sobre el daño ambiental y su responsabilidad que en nuestra Constitución es objetiva.

Sin embargo, para llegar a esta nueva concepción de los derechos de la naturaleza, plasmados en nuestra Constitución tuvieron que pasar muchas circunstancias como

desastres, controversias, convenciones, tratados, protocolos, etc., especialmente a nivel internacional que han sido la base para la creación de principios internacionales a nivel ambiental y que sin su concurrencia no se estaría actualmente hablando de un “derecho ambiental”.

Para tratar de adentrarse a las primeras manifestaciones o intentos de regular la protección al ambiente, amerita realizar el siguiente ensayo sobre la evaluación del derecho ambiental internacional, como fuente para la aplicación de las leyes ambientales expuestas en nuestra Constitución.

Acerca de la evolución histórica del derecho ambiental existen diversidad de criterios de los tratadistas, así hay quienes sostienen que algunos textos religiosos y de creencias éticas, fueron los primeros en motivar el surgimiento de opiniones y principios a favor de la protección ambiental; más adelante el tratadista Philippe Sands, en su obra *Principles of International Environmental Law* sostiene que “el derecho ambiental internacional ha pasado por tres etapas o periodos: tradicional, moderno y postmoderno, la primera hasta cerca de 1970 (subdividida en periodo pre 1945 y por 1945) antes de la conferencia de Estocolmo en 1972, la segunda desde la conferencia de Estocolmo hasta la Conferencia de Río de 1992 y la tercera desde la conferencia de Río hasta la actualidad. Sin embargo, la gran mayoría de la comunidad internacional ha acogido la división realizada por Philippe Sands, pero agregando una etapa anterior que va desde el siglo XIX hasta la creación de la ONU en 1945.

2.6 Lineamientos para la aplicación de compensaciones por afectaciones socioambientales

Las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad consisten en las acciones que tienen como objeto resarcir a la biodiversidad por los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos y que conlleven pérdida de la biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria; de manera que se garantice la conservación efectiva de un área ecológicamente equivalente donde se logre generar una estrategia de conservación permanente y/o su restauración ecológica, a fin de que al comparar con la línea base se garantice la no pérdida neta de biodiversidad.

La pérdida de biodiversidad se presenta cuando por procesos de transformación y degradación del paisaje, el tamaño, el contexto paisajístico y la riqueza de los elementos de la biodiversidad es perturbada y disminuida y, se inician procesos de pérdida y extinción local o regional. La *Business and Biodiversity Offsets Programme* (2012) indica que:

El principio de la no pérdida neta de biodiversidad o ganancia neta de biodiversidad se refiere a la compensación que es diseñada y ejecutada para alcanzar resultados de conservación in situ medibles, que de manera razonable pueda esperarse que darán lugar a la no pérdida neta. (p.41)

2.6.1 Estrategia de compensaciones por pérdida de biodiversidad

Esta metodología para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad es un primer paso en el desarrollo de una estrategia de compensaciones por pérdida de biodiversidad cuya meta es la no pérdida neta de biodiversidad, que tiene un ciclo de gestión que inicia con el diseño de la metodología, y sus reglamentaciones e implementación, que será objeto de seguimiento y monitoreo para su retroalimentación.

2.6.2 Programa de reparación ambiental y social

El Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS) del Ministerio del Ambiente actúa ante daños ambientales para restituir los Derechos de la Naturaleza y de las personas a vivir en un ambiente sano. Fue creado en el 2008 para promover la gestión integral de los pasivos ambientales y sociales producidos por el desarrollo de actividades económicas generadas por actores públicos y privados.

El PRAS realiza investigación, gestión de la información, reparación, valoración y formulación de normas y metodologías para el desarrollo de herramientas de gestión ambiental y social a nivel nacional, contribuyendo y articulando la construcción y aplicación de la política pública. La meta del Programa es convertirse en un referente de la reparación integral y de la valoración de pasivos ambientales y sociales.

La Constitución Política de la República del Ecuador establece de forma jerárquica cuerpos legales que regulan específicamente las actividades humanas en todo ámbito, incluido el ambiental. En este contexto, el Congreso Nacional, el 30 de julio de 1999, expidió la Ley de Gestión Ambiental (LE YNO.37.RO/245), la misma que establece los principios y directrices de la política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público, y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esa materia.

Con este decreto, el Estado protege el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Además, se señala como deberes del Estado el velar para que este derecho no sea afectado y garantizar la preservación de la naturaleza. Se declaran de interés público y se regularán conforme a la ley;

- La preservación del medioambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.
- La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos para que estos fines se cumplan en las actividades públicas y privadas.
- El establecimiento de un sistema nacional de áreas naturales protegidas que garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos de conformidad con los convenios y tratados internacionales. La

gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

Adicionalmente, la Constitución de la República reconoce el derecho de la naturaleza a la restauración, la misma que será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. Posteriormente, el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Recursos Naturales No Renovables suscribieron en el 2012 el Acuerdo Interministerial 001, el cual se constituye una herramienta de gestión que permite evitar negociaciones sin ningún análisis técnico previo relacionadas al daño ambiental, a las pérdidas de bienes y servicios ambientales. Con este instrumento es posible garantizar el pago justo de indemnizaciones a los afectados, en caso de que las medidas compensatorias emprendidas por las empresas operadoras responsables no fueran suficientes.

2.6.3 La evaluación de impacto ambiental

Para Ascher (2010), la evaluación de impacto ambiental es:

Un procedimiento administrativo de carácter técnico y legal que tiene por objeto determinar la viabilidad ambiental de un proyecto, obra o actividad pública o privada. Tiene dos fases; el estudio de impacto ambiental y la declaratoria de impacto ambiental. Su aplicación abarca desde el pre factibilidad hasta el abandono o desmantelamiento del proyecto, obra, o actividad pasando por las fases intermedias. Es un proceso singular e innovador, cuya operatividad y validez como instrumento para la protección y defensa del medio ambiente, está recomendado por diversos organismos internacionales de advertencia temprana, que verifica el cumplimiento de las políticas ambientales. Es una herramienta preventiva mediante la cual se evalúan los impactos negativos y positivos que las políticas, planes, programas y proyectos generan sobre el medio ambiente; y, se proponen las medidas para ajustarlos a niveles de aceptabilidad. También es avalado por la experiencia acumulada en países desarrollados, que lo han incorporado a su ordenamiento jurídico desde hace años. (p.86)

En la actualidad, se han creado en el Ecuador, así como a nivel mundial, figuras legales de protección ambiental para atender los múltiples problemas ambientales que se presentan y en las legislaciones más avanzadas figuras de protección ambiental para asegurar la reparación de los daños ambientales producto de actividades humanas irresponsables.

2.6.4 *Impacto ambiental*

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en algunos de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. Hay que hacer constar que el término impacto no implica negatividad, ya que éstos pueden ser positivos como negativos. La CEPAL. (1991) en la Evaluación de Impacto Ambiental en América Latina y el Caribe, revela que:

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente, es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto. Y la situación del medio ambiente futuro, tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano) resultante de una actuación. (p.31)

2.6.5 *Marco legal para la suscripción del acuerdo 001*

Considerando:

Que, el numeral octavo del Art. 11 de la Constitución de la República del Ecuador determina que el contenido de los derechos señalados en ella, se desarrollará de manera progresiva, a través de las normas, la jurisprudencia y las políticas públicas; en consecuencia, los Arts. 14, 72, 57, 141, 154, 277, 313, 395, 396, 397.

El Art. 8 de la Ley de Gestión Ambiental señala que la Autoridad Ambiental Nacional será ejercida por el Ministerio del ramo, que actuará como, instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental;

Que, el Art.3, literal a) del Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador determina que corresponde al Ministerio del Ambiente, entre otras facultades, la de: “(...) expedir de forma exclusiva a nivel nacional las normas administrativas, técnicas, manuales y parámetros generales de protección ambiental, para prevenir, controlar, mitigar, rehabilitar, remediar y compensar los, efectos que las actividades mineras puedan tener sobre el medio ambiente y la participación social, de obligatorio cumplimiento en el ámbito nacional (...)”;

Que, el Art. 7 numeral 6, 1, del Libro I del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente determina que entre e las atribuciones de la Ministra del Ambiente se encuentran aprobar y expedir políticas, estrategias, normas, planes, programas, informes, contratos, convenios para el desarrollo sostenible y la gestión ambiental;

Que, el Art. 41 del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador señala que dentro del Plan de Relaciones Comunitarias se establecerán, entre otras cosas, las medidas de compensación y mitigación de impactos ambientales.

Que, el Art. 90 de la precitada norma, determina que: “(...) Las infracciones a la Ley de Hidrocarburos o a los Reglamentos en que incurra en materia socio-ambiental (...) serán sancionadas por éste de conformidad con el artículo 77 de la Ley de Hidrocarburos, según la gravedad de la falta, además de la indemnización por los perjuicios a la reparación de los daños producidos (...);

Que, mediante Acuerdo Ministerial del Ministerio del Ambiente, No. 169 publicado en el Registro Oficial No. 655 de 07 de marzo del 2012, se ha definido a la reparación integral como: “(...) el conjunto de acciones, procesos y medidas, que aplicados integralmente, tienden a revertir daños y pasivos ambientales, mediante el restablecimiento de la calidad, dinámica, equilibrio ecológico, ciclos vitales, estructura, y proceso evolutivo de los ecosistemas afectados; así como medidas y acciones que faciliten la restitución de los derechos de las personas y comunidades afectadas, de compensación e indemnización a las víctimas, de rehabilitación de los afectados, medidas y acciones que aseguren la no repetición de los hechos y que dignifiquen a las personas y comunidades afectadas(...);

Que, el Ministerio de Recursos Naturales No renovables es el encargado de garantizar la explotación sustentable y soberano de los recursos naturales no renovables;’

Que, la visión del Ministerio del Ambiente es la de dirigir la gestión ambiental a través de políticas, normas e instrumentos de fomento y control, para lograr el uso sustentable y la conservación del capital natural del Ecuador, asegurar el derecho de sus habitantes a vivir en un ambiente sano y apoyar la competitividad del país;

Que, se ha visto la necesidad de que el Estado a través de los Ministerios del Ramo, intervenga en la regulación de los mecanismos de compensación como parte de la política pública de reparación integral, de acuerdo a lo señalado en la Constitución del Ecuador;

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 107 suscrito el 09 de agosto de 2012, la Ministra del Ambiente delega las funciones de Ministra de Estado a la Msc. Mercy Borbor Córdova, Viceministra del Ambiente; Que, en ejercicio de las atribuciones que otorga el numeral 1 del artículo 154 de la Constitución de la República del Ecuador; 7 artículo 17 del Estatuto Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva **Acuerdan:**

Art.1.-Expedir los siguientes lineamientos para la aplicación, de la compensación por afectaciones socio-ambientales dentro del marco de la política pública de reparación integral; Art .2.- La aplicación de los lineamientos para la compensación por afectaciones socio-ambientales son de carácter nacional y en relación a todas las actividades económicas estratégicas en las que los Ministerios, de Ambiente y de Recursos Naturales No Renovables comparten competencias en el control, que asegura una adecuada operación de dichas actividades y la conservación de los recursos naturales asociados a las mismas; Art.3.- La compensación se reconoce como el género que incluye a la indemnización como la especie; la primera aplicable al nivel colectivo, concretada a través de obras o planes de compensación; la segunda aplicable al nivel individual (singular o colectivo) de carácter pecuniario; Art.4. –La compensación toma en cuenta tres niveles de

aplicabilidad: 1) Compensación anticipada de afectaciones potenciales; 2). Compensación aplicada a la gestión de impactos ambientales; y, 3) Compensación aplicada a la gestión de pasivos ambientales...; Art.5.- El sustento teórico y los procesos metodológicos para cada uno de los niveles de aplicación de la compensación se detallan en el documento anexo al presente Acuerdo Interministerial y forma parte integral del mismo; Art. 6.-El presente Acuerdo Interministerial, entrara en vigencia a partir de su publicación en el Registro Oficial.

Dado en el Distrito Metropolitano de Quito, a 24 de agosto de 2012. Comuníquese y publíquese.

f.) Msc. Mercy Borbor Córdova, Ministra del Ambiente (E).

f.) Ing. Wilson Pastor Morris, Ministro de Recursos Naturales No Renovables

2.6.5.1. El daño ambiental en la legislación del Ecuador

De acuerdo a la legislación civil el daño es "la pérdida, menoscabo o deterioro que se causa a un individuo o a sus bienes lo cual genera la obligación de reparar" (Código Civil del Ecuador, 2013, art.1493).

Para efectos ambientales entenderíamos además que la reparación se debe adicionalmente extender a los daños ambientales que no necesariamente afecten a la persona o a sus bienes. Además de la obligación de reparar señala que "los perjuicios que se deriven del daño dan lugar al pago de indemnizaciones. (Código Civil del Ecuador, 2013, art.1572)

Mediante la determinación de la responsabilidad civil por deterioro o daño ambiental se busca sancionar y obligar a la restitución al responsable de la afectación, además de evitar afectaciones futuras, posiblemente culposas, al amparo de actividades lícitas y avanzar hacia la reparación de los ecosistemas afectados en lo general y resarcir con justicia a las personas afectadas por contaminación en casos específicos.

Sobre el daño ambiental el art. 397 de la Constitución del Ecuador dispone en caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas, aclara que además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Según la Constitución Política del Ecuador (2008), para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares

que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad. De acuerdo a la Ley de Gestión Ambiental el daño ambiental es toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo de las condiciones preexistentes en el medio ambiente o uno de sus componentes. Afecta al funcionamiento del ecosistema o a la renovabilidad de sus recursos. (art.397)

Las características generales del daño ambiental son las siguientes:

Recae sobre bienes de titularidad indiferenciada; sus efectos se exteriorizan lentamente y se manifiestan después de transcurrir un largo período de tiempo; sus consecuencias suelen alcanzar grandes magnitudes al punto de convertirse incluso en supranacionales; son de difícil y costosa determinación tanto del agente dañoso como de las víctimas, principalmente por la falta de intermediación espacial y temporal entre la fuente del perjuicio y quien lo sufre; y, la cuantificación real de los daños causados y su recomposición es prácticamente imposible.

2.6.5.2. Protección constitucional del medio ambiente.

Desde el ámbito legal, la Constitución del Ecuador aprobada en el año 2008 garantiza el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y en equilibrio con la naturaleza, en el que se promueva el desarrollo sostenible y el buen vivir, “sumakkawsay”.

En la Constitución del Ecuador (2008) se reconoce a los ciudadanos: “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza, reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumakkawsay” (art.14).

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Dentro del régimen de desarrollo estatal, es deber del estado ecuatoriano recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural. (Constitución del Ecuador, 2008, art.83)

En concordancia con lo expresado el art. 395 de la Constitución del Ecuador incluyó un conjunto de principios ambientales que sirven de directriz para el manejo y la protección del medio ambiente, textualmente el artículo señala que:

El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales, en caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza, dejando de esta manera señalado la necesidad de proteger el entorno. (Constitución del Ecuador, 2008, art.395)

García (2012) revela:

Los derechos de la naturaleza son el reconocimiento de los plenos derechos del medio ambiente. La inclusión de los derechos de la naturaleza es una importante iniciativa legislativa que fue incluida en la Constitución, con lo que se plantea un cambio profundo para el país, un cambio de modelo de desarrollo ya no basado en la explotación indiscriminada de los recursos naturales sino en una relación armónica con la naturaleza, un desarrollo basado en el buen vivir basado en mejoras cualitativas y no cuantitativas, todo esto considerando que Ecuador es uno de los países más biodiversos del mundo, sus ecosistemas únicos como sus páramos, selva amazónica, ecosistemas marinos, archipiélago de Galápagos, entre otros, hacen del Ecuador un país clave para empezar un proceso serio de protección del ambiente. (p.1)

La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema. En lugar de tratar a la naturaleza como propiedad sujeta a la ley, los derechos

de la naturaleza reconocen que la naturaleza, en todas sus formas vivas, tiene el derecho a existir, persistir, mantener y regenerar sus ciclos vitales. (Constitución del Ecuador, 2008, art.71)

“Las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos son titulares y gozarán de los derechos garantizados en la Constitución y en los instrumentos internacionales. La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución” (Constitución del Ecuador, 2008, art.10). “La Constitución del Ecuador reconoce y garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza” (Constitución del Ecuador, 2008, art.66). Gracias a la normativa constitucional la ciudadanía puede exigir la garantía de estos derechos y representar a la naturaleza directamente para que sus derechos no sean violados.

3 | DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Estudiar la responsabilidad extracontractual del Estado por daños ambientales en la obra pública y su relación con el desarrollo sustentable en el Ecuador

Breve historia internacional antes de enfocar análisis:

El avance del derecho Ambiental ha estado ligado al avance que experimentaba el derecho Internacional en la primera mitad del siglo XIX con los primeros acuerdos sobre la protección de la pesca y determinadas especies animales y plantas, estos acuerdos estaban focalizados a la conservación de vida silvestre, a la protección de determinados ríos y mares, ligados a la realización de estudios científicos sobre la erosión y deforestación, pero estos primeros pasos tenían un carácter antropocéntrico y eran más románticos que motivados por un sentido ecológico, se inclinaban más a las necesidades económicas y materiales del hombre antes que al verdadero propósito de salvaguardar pese a la naturaleza.

Bajo esta visión se realizó la Convención para la Protección de aves útiles para la Agricultura de 1902, a la cual se la considera como la primera reunión multilateral internacional en materia ambiental, realizada en París el 19 de marzo, a esta reunión acudieron 12 estados Europeos, los mismos que establecieron la absoluta protección de ciertas aves, principalmente insectívoras que eran de gran ayuda para la agricultura, por lo que se prohibía su caza, captura, la destrucción de sus nidos y sitios de reproducción.

Como se puede ver era una concepción completamente dirigida a preservar la agricultura como medio de subsistencia del hombre, esto se confirma más adelante, cuando en un anexo denominado “aves no útiles” sostiene que el resto de aves pertenecientes a otros ecosistemas, como las aves depredadoras y otros roedores, no eran objeto de protección y no estaba prohibida su caza, captura y destrucción, encasillados en la denominación de “aves no útiles”.

En mayo 19 de 1900 se realiza en Londres una Convención destinada a asegurar la conservación de las especies animales que viven en estado salvaje en África, con el fin de restringir la caza, el comercio de pieles y el tráfico de marfil en las colonias africanas, este Tratado fue reemplazado en 1933 por la Convención relativa a la preservación de la flora y fauna en su estado natural, realizada en Londres el 8 de Noviembre del mismo año, la cual fue reemplazada por la Convención Africana sobre la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, realizada en Argel el 15 de septiembre de 1968 también llamada "convención de Argel".

En nuestro continente, debido a la preocupación que provocaba la contaminación de las aguas fronterizas entre Estados Unidos y Canadá se creó el "Tratado de Aguas Fronterizas" el 11 de enero de 1909, cuya misión principal fue solucionar los temas relativos a las aguas que separan estos países.

En el mismo año, pero esta vez en Europa en la ciudad de París se reúne el "Congreso Internacional para la Protección de la Naturaleza" que se lo considera como el primer esfuerzo por crear un organismo internacional en materia ambiental. Posteriormente en la ciudad de Berna, en el año de 1913, con el concurso de 13 países, se firma el acta de fundación del "Comité Consultivo para la Protección Internacional de la naturaleza" que tenía como funciones recolectar, clasificar y publicar toda la información que tenga relación a la protección del ambiente, sin embargo, su existencia se vio truncada por el estallido de la primera guerra mundial.

De regreso a nuestro continente en la ciudad de Washington, el 12 de octubre de 1940 se realiza la Convención para la Protección de la Naturaleza y la Preservación de la Vida Silvestre del Hemisferio Occidental" cuyo objeto era crear mecanismos de protección de algunas zonas frágiles del planeta y algunas especies silvestres, como las aves migratorias.

Un conflicto que se lo tomó como uno de los primeros a nivel jurisprudencial, es el laudo arbitral ocurrido en el caso TrailSmelter entre Estados Unidos y Canadá que trató sobre la contaminación que sufría el estado de Washington, causadas por unas fundidoras de azufre ubicadas en Canadá, el cual estableció que " Ningún Estado tiene el derecho de usar o permitir el uso de su territorio como tal, como método para causar un perjuicio por gases en o a su territorio o el de otro o a las propiedades de las personas en ese lugar, cuando el asunto tiene serias consecuencias y el perjuicio es establecido por evidencia clara y convincente

Entre otras, estas fueron las primeras y más importantes convenciones, tratados y laudos que hacen referencia a un intento de reglar el cuidado del medio ambiente, la flora y la fauna.

Con la Organización de las Naciones Unidas en el año 1945 se crearon algunas agencias adjuntas a este organismo, aunque ninguna de ellas se encargó específicamente del tema ambiental, los principios de la nueva organización

fueron adscritos a algunas de sus agencias como la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés), que es el antecedente para la creación de la Organización Mundial de Comercio (OMC), estas organizaciones no trataban del tema ambiental de una manera explícita, pero adoptaban ciertas medidas para la conservación de recursos naturales agotables y por ende el desarrollo sustentable de los pueblos, cabe indicar que a estas medidas se las consideraba como excepciones a las reglas del libre comercio reinante.

Posteriormente, el Consejo económico y Social de la ONU, convocó a la Conferencia de Naciones Unidas sobre la Utilización de Recursos (UNCCUR) en el año de 1949, esta conferencia no se encargó de redactar recomendaciones sobre el tema ambiental, sin embargo es una de las primera muestra del interés de la comunidad internacional sobre la protección del ambiente en todos sus aspectos, es decir, ya en la postguerra se expone la nueva tendencia que se tomaría en temas de conservación y desarrollo porque después de la segunda guerra mundial, la comunidad internacional respondió a las amenazas específicas medioambientales causadas por el cambio tecnológico y la expansión de las actividades económicas. El naciente uso de superpetroleros para transportar hidrocarburos por el mar condujo a los primeros esfuerzos para combatir la polución marina durante la década de 1950, este pensamiento generalizado, dio origen a la creación de la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación de las Aguas del mar por Hidrocarburos (Olipol Convención 1954), la cual creó un fondo que cubriría los daños producidos por la contaminación de hidrocarburos, además de que impuso obligaciones civiles por estos daños. Como complemento a esta convención en 1969 nace la Convención Internacional de Responsabilidad Civil por Contaminación (CLC) cuyo tema principal fue el de imponer a los armadores y a sus países de origen que se hayan adherido al convenio a contratar un seguro el cual respaldaría con las respectivas indemnizaciones por un posible derrame de carga, posteriormente fue complementado con la firma del Convenio Internacional sobre la Constitución de un Fondo Internacional de indemnización de Daños Causados por la Contaminación de Hidrocarburos (Convenio Fondos 1971) que aumentó el fondo de compensación a \$ 83 millones de dólares, estas convenciones fueron modificadas en 1973 por la Convención para la Prevención de la Contaminación por Buques o MARPOL, la cual se encuentra vigente hasta la actualidad.

En 1954 la ONU convoca a la Conferencia sobre la Conservación de los Recursos Vivos del Mar, que fue el antecedente para la realización de la Convención sobre la Pesca y la Conservación de los Recursos Vivos de la Alta Mar en Ginebra, Suiza; cuyo interés principal consistía en exhortar a los Estados ribereños la adopción de medidas de conservación de los recursos de sus zonas, en convenio con otros Estados.

El progresivo descubrimiento de la Antártida llevó a que en el año 1959 se firme El tratado de la Antártida, el cual en su parte medular prohibía cualquier actividad nuclear en esta zona; este tratado fue complementado por la

Convención para la Conservación de las Focas Antárticas, la Convención sobre Alta Mar y la Convención sobre la Plataforma Continental. En cuanto a la conservación y uso adecuado de los humedales, se realiza la Convención de Ramsar en 1971 que se encuentra en vigor desde el 21 de diciembre de 1975.

Entre el 5 al 16 de junio de 1972 se llevó a cabo la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano en Estocolmo. Con delegados de 113 Estados, es considerada como el punto de inicio del derecho ambiental internacional. Sin embargo, hubo un grupo denominado “el grupo de los 77” que sostenían que la contaminación del ambiente no era el principal problema, sino que los verdaderos problemas por los cuales debía preocuparse la humanidad eran la extrema pobreza y la miseria; además que los países industrializados deben responder por la contaminación, ya que son quienes devastaron el medio ambiente.

a.- La declaración de Estocolmo. - Esta comienza con el Preámbulo, en el que enumera los problemas ambientales y expone el marco teórico sobre el cual giran los principales contenidos en la parte declarativa. Enuncia que “los seres humanos son lo más valioso de todo cuanto existe en la naturaleza” (Declaración de Estocolmo, Preámbulo, párrafo 5). De igual forma realiza una diferenciación de la contaminación, cuando manifiesta que “en los países en desarrollo, la mayoría de los problemas ambientales están motivados por el subdesarrollo” mientras que “en los países industrializados, los problemas ambientales están generalmente relacionados con la industrialización y el desarrollo tecnológico.” Declaración de Estocolmo, Preámbulo, párrafo 4); plantea la existencia de la responsabilidad por acciones que causen daño al ambiente, así Como el deber de ayudar, que tienen los países industrializados a los subdesarrollados.

Después del preámbulo se enuncia 26 principios, de los cuales el primero sostiene “la obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras” (Declaración de Estocolmo, Principio 1), aquí se plasma el principio de sostenibilidad y sustentabilidad que hoy en día es uno de los principales utilizados en materia ambiental.

La parte estrictamente ecológica de esta Declaración se encuentra en los principios del 6 al 7, poniendo énfasis en los recursos naturales que deben ser preservados: tierra, agua, aire, flora y fauna.

Del principio 8 al 25 se explica la manera como se implementará la protección al ambiente, la investigación y educación en materia ambiental; la cooperación internacional y la recomendación de formular una normativa internacional dirigida a proteger el ambiente, así como el repudio a la utilización de armas nucleares y otros medios de destrucción masiva.

b.- Plan de Acción. - Esta conferencia contenía 109 recomendaciones que fueron aceptadas en consenso, con una agenda que trataba sobre 6 áreas:

- Planificación y Administración de acuerdos humanos sobre calidad medio ambiental.
- Aspectos medioambientales de la administración de recursos naturales.
- Identificación y control de contaminantes y molestias de amplia trascendencia internacional.
- Aspectos educativos, informativos, sociales y culturales de cuestiones medioambientales.
- Desarrollo y medio ambiente; y,
- Conmina a las Organizaciones internacionales a proponer mecanismos de acción.

c.- Las Recomendaciones.- La Conferencia propuso recomendaciones de orden institucional y financiero las cuales debía ser acogidas por la asamblea General de las Naciones Unidas, recomendó establecer 4 instituciones: un Concejo Intergubernamental para Programas Medioambientales, una secretaría del Medioambiente encabezada por un Director Ejecutivo, un Fondo de Medioambiente para financiar los programas medioambientales, y un Concejo de Administración para asegurar la cooperación y la coordinación entre los organismos relacionados con el medioambiente de las Naciones Unidas.

Finalizaremos este análisis histórico comentando sobre el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Este se constituyó en la primera organización internacional con un mandato exclusivamente medioambiental.

Esta organización ha tenido un papel protagónico en el planteamiento, facilitación y negociación de un gran número de tratados en el tema ambiental, entre los cuales se puede citar: La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) en 1973, el Plan de Acción para el Mediterráneo, en materia de mares en 1975, la Convención de Bonn sobre las especies migratorias en 1979 y la Convención de Viena sobre la protección de la Capa de Ozono en 198, entre otros.

Uno de los Principios que contiene la Convención de Estocolmo, específicamente el 21, que trata sobre el derecho soberano que tienen los Estados a explotar sus propios recursos naturales y la obligación de asegurar que esta explotación no perjudique a otros Estados o zonas por fuera de su jurisdicción, fue el punto de inicio para que posteriormente se firmen numerosos convenios que regulaban la relación de Estados en materia ambiental, hoy llamado daño transfronterizo.

De entre estos convenios, sino el más importante es el conocido como "Convención sobre la Conservación de recursos Naturales Compartidos" realizada en mayo de 1978, que incluye la obligación que tienen los Estados de notificar a sus pares, la realización de actividades planeadas que pueden

afectar significativamente su medio ambiente, por lo cual, está en la obligación de consultar con ellos y colaborar con el evento de que se presenten situaciones imprevistas que pudieran causar daños ambientales.

Posteriormente se crea la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) la cual estaba dedicada a dar el soporte necesario para un desarrollo económico mundial sostenible, impulsar el empleo y propender al desarrollo económico mundial sostenible, impulsar el empleo y propender al desarrollo del comercio mundial; dentro de su Comité Ejecutivo se creó un subcomité sobre medio ambiente. Las razones, para que la OECD involucre a los temas ambientales, fueron tres:

- Algunos casos ambientales se consideraron intrínsecamente internacionales,
- Las diferencias entre los estándares medioambientales de los países miembros, tenían mucha influencia en el comercio, las relaciones económicas y políticas; y,
- Se tomó en cuenta que algunos países miembros no estaban en condiciones de tratar ciertos problemas medioambientales.

Este Comité impulsó la celebración de varios tratados dirigidos a proteger las especies migratorias, entre los principales tenemos:

- Convenio para la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa; firmado en Berna en septiembre de 1979 y en vigor desde el 1 de junio de 1982 y;
- Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a gran distancia, firmado en Ginebra el 13 de noviembre de 1979, en vigor desde marzo de 1983.

Por último y no menos importante fue la creación de la llamada Carta de la Naturaleza, que fue expedida en octubre de 1982, en el seno de las Naciones Unidas, este fue un documento no vinculante y que contenía generalidades sobre la conservación y protección de la naturaleza, la viabilidad genética, las especies y su población; y la protección del medio ambiente ante actos de destrucción como guerras u otros actos hostiles.

Finalmente, en esta reseña histórica, llegamos a la etapa final que empieza desde la Declaración de Río en 1992 hasta la actualidad, la cual, por su importancia, es de conocimiento público y del común denominador de generaciones actuales y futuras.

Ha sido necesaria esta breve reseña histórica Internacional por influenciar directamente con la evolución del Derecho Ambiental Nacional, es decir, lo que pasa en nuestra legislación este es fruto de la Evolución del Derecho Ambiental Internacional.

Y es así como en la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción integra las obligaciones del país frente al Convenio sobre Diversidad Biológica y las Metas de Aichi, con el marco nacional de planificación y de políticas públicas sectoriales e intersectoriales del gobierno nacional.

El Ministerio del Ambiente (MAE), a través de la Subsecretaría de Patrimonio Natural, se encuentra actualizando la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción para el periodo 2014 – 2020. Esta iniciativa refleja la voluntad del Gobierno Nacional por cumplir las disposiciones constitucionales que reconocen a la biodiversidad y al patrimonio genético del país, como parte de los sectores estratégicos que permitirán alcanzar el desarrollo sustentable y buen vivir de las y los ecuatorianos. La actualización de la Estrategia Nacional de Biodiversidad se realiza a través de un comité directivo que lo integran el Ministerio del Ambiente (MAE), Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE), Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano (MCCTH) y el Ministerio de Finanzas, con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como agencia implementadora del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Fund, GEF), Colaboran también en este proceso el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Conservación Internacional (CI), Naturaleza y Cultura (NCI), The Nature Conservancy (TNC), Rainforest Alliance (RFA). Es importante recordar, que el Ecuador suscribió el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) el 18 de enero de 1993 y lo ratificó el 16 de marzo del mismo año. El MAE, en cumplimiento de los compromisos del Estado frente al CDB, elaboró en el año 2001 la Política y Estrategia Nacional de Biodiversidad para el período 2001-2010. Una vez finalizado este período, el MAE realizó la evaluación de este primer esfuerzo del país por contar con un instrumento nacional de gestión de la biodiversidad. (Granda, 2014, pp. 8-16)

Sobre la base de los aprendizajes al cabo de una década; y una vez aprobado el Plan Nacional para el Buen Vivir, en septiembre de 2013, el MAE emprendió en octubre de este año la elaboración de la nueva Estrategia Nacional de Biodiversidad para el periodo comprendido entre 2014 a 2020, coincidiendo así con el horizonte temporal establecido en el Estado Ecuatoriano para concretar el nuevo modo de acumulación, distribución y redistribución de la riqueza y los bienes de las y los ecuatorianos. Continuando con el proceso de planificación nacional, entre los meses de abril y junio se realizarán once talleres de diálogo con actores relevantes del sector público y de la sociedad civil, con el propósito de construir participativamente el Plan de Acción para el período 2014-2020 y articularlo con las prioridades de intervención territorial establecidas en las Agendas Zonales de Planificación.

Como se podrá observar, las acciones que marcaron la evolución del derecho ambiental internacional, marcan paralelamente la evolución del derecho ambiental nacional, es decir, desde siempre los Tratados Internacionales son los que rigen la protección a todas las especies y la biodiversidad en cada uno de sus hábitats, sobre la base del desarrollo sustentable de los pueblos que ahora bien llamamos en nuestro país el buen vivir y que

coincide con el término técnico de desarrollo sustentable, el mismo que aplicamos en nuestro título de tesis.

Esto está demostrado en la Actualización de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción 2014 – 2020 para lo cual a través de un comité directivo que lo integraron Instituciones Nacionales y en mayor parte apoyado por Programas Internacionales, de lo que se colige que, la protección del Medio Ambiente es en esencia un tema Nacional que preocupa a la comunidad Internacional, y es así como nace en este maestrante la necesidad irrestricta de estudiarlo y entender que en esa evolución del Derecho Internacional y Nacional existen actores que han participado, solucionado problemas ambientales creando las leyes que permiten a los países tener un arma de solución constante en las leyes, la Constitución de la República y los Convenios Internacionales.

La Constitución y Leyes del Ecuador, han sido muy bien elaboradas en este sentido, pero al pensar en los daños ambientales uno siempre reflexiona en cómo se podría compensar las afectaciones socioambientales después de haber pasado por un contrato y que aparentemente sería extemporáneo ante la ley algún reclamo. Entonces solo quedo investigar y de ahí el tema central de esta tesis que encontré en el Programa de Reparación Ambiental y Social PRAS la respuesta que todos buscamos cuando estudiamos las leyes y pensamos en el cómo, cuándo y dónde podemos crear la solución legal que se requiere y en el caso que amerita esta tesis, ésta solución ya la había implementado legalmente el Gobierno con el Acuerdo Ministerial 001, Registro Oficial 819 del 29 de Octubre de 2012 en los lineamientos para la Aplicación de Compensaciones por Afectaciones Socioambientales en el Marco de la Política Pública de Reparación Integral, consolidándose así el fin último de mi tesis, el cual es Estudiar la Responsabilidad Extracontractual del Estado por daños ambientales en la obra pública y su relación con el desarrollo sustentable en el Ecuador. Estoy seguro que, si un solo integrante de los Yasunidos conociera esta normativa y la difundiera a su grupo, no estarían armando tanto alboroto general y fueran más específicos y convincentes.

Finalizo este análisis indicando que al igual que las empresas privadas, el Gobierno Ecuatoriano debe preocuparse por que el Ministerio del Ambiente sea más fuerte en el control, ya que después de tantos años de historia ambiental, tenemos la Legislación necesaria para este control, entonces debe ver las prioridades ambientales nacionales, debe elevar la seguridad ambiental en estos sectores, empezando con la explotación en el Yasuní ITT, debe regular lo referente a los casos ambientales prioritarios, así mismo como prioridad una deberá proteger a la población para que no ocurra lo que ocurrió en el caso Chevron. Pero en la decisión a estos aspectos también intervienen la política y los valores. Es frecuente que la toma de decisiones recaiga en funcionarios públicos y excluya la participación de los directamente afectados por una reglamentación. Sin embargo, esto no necesariamente debe ser así, digo y cito los siguientes ejemplos con lo cual finalizo este análisis:

En Florida tuvo que tomarse una decisión sobre dónde ubicar una indispensable planta generadora de energía con base en el uso del carbón. Los criterios para la ubicación ideal se determinaron por medio de la participación pública. Gracias a las conversaciones entre la compañía y un comité integrado por dirigentes de la comunidad fue posible detectar un sitio distante de zonas pobladas, el cual no había sido tomado en cuenta por la Empresa.

En el área de la Bahía de San Francisco un equipo de trabajo constituido por ciudadanos elaboró un plan a largo plazo para la eliminación de desechos sólidos, el combate a la contaminación de aire y agua y el aseguramiento del adecuado suministro de agua. Para lograr este propósito, recabó datos entre expertos y ciudadanos, con lo que desarrolló un plan que resultaría en la actualidad (más de 18 años después) en una de las zonas ambientales mejor administradas de Estados Unidos.

4 | CONCLUSIONES

El Estado ecuatoriano ha avanzado bastante en la Legislación Ambiental en General, va de la mano con la política ambiental petrolera y aunque falte muchísimo todavía, es plausible lo que se ha encontrado en el desarrollo de esta investigación, tomando en cuenta que, de no existir los lineamientos para la aplicación de compensaciones por afectaciones socio-ambientales, hubiese tocado desarrollar esta legislación de la misma manera como esta descrita en la letra de la ley.

El Estado ecuatoriano, para que cumpla con el proceso de reparación integral requiere o impulsa ajustes en los tres componentes generales que explican la existencia y persistencia de los pasivos socio-ambientales: la operación de los procesos económicos o proyectos, los sistemas de prevención y control ambiental y el marco normativo ambiental.

El Estado ecuatoriano debe romper el paradigma de gestión aislada y desarticulada de sus diferentes instancias técnicas y ejecutoras, ya que lo más importante sea la efectiva conservación del patrimonio natural del Ecuador y el paulatino apoyo que las actividades económicas deben brindar al desarrollo integral de las zonas en las cuales se ejecutan.

La política pública de la reparación integral también deberá tener un impacto directo en el bienestar de la población. Para que esto ocurra es necesaria la participación integral de todos los actores.

Existen varios tipos de actores clave, incluyendo las instituciones públicas, privadas y la sociedad civil organizada. Si el accionar de los gobiernos es la búsqueda de “agregación de demandas” y su principal arena son las instituciones públicas; la lógica que orienta las acciones de las organizaciones de la sociedad civil, es la búsqueda de mejorar el bienestar, de dar respuestas a grupos específicos como las poblaciones de mayor riesgo de afectación por contaminación, siendo su arena la sociedad civil.

El éxito de una política pública depende de que esta sea efectivamente pública, es decir, que agreguen demandas e intereses de los distintos sectores de la sociedad de

manera satisfactoria, ya que finalmente es la sociedad quien legitima la aplicabilidad de la política.

Adicionalmente, es importante esta política permita promover ciertos principios éticos como el derecho de vivir en un ambiente sano, con esto se logra diferenciar el subsanar al medio ambiente y el fomentar ciertos valores que se requieren para lograr el Buen Vivir de la población.

Finalizo este análisis indicando que, si las empresas públicas y privadas, aún no hacen lo que tienen que hacer frente al control ambiental, el Ministerio del Ambiente debe ser más fuerte en el mismo.

REFERENCIAS

Aguiló, M. (2003). *Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenidos y metodologías*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Ascher, W. (2010). *Coping with the Disappointing Rates of Return on Development Projects that Affect the Environment*. Washington, D.C.: World Bank

Barros, E. (2006). *Tratado de Responsabilidad Extracontractual*. Santiago: Jurídica de Chile

Business and Biodiversity Offsets Programme. (2012). *Standard on Biodiversity Offsets*. Washington, D.C.: Forest Trends

CEPAL. (1991) *Evaluación de Impacto Ambiental en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPLAES

Código Civil del Ecuador (2013). *Registro Oficial*. Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones

Contraloría General del Ecuador. (2010). *Consultas jurídicas*. 1ª. Ecuador: Contraloría General del Estado

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial*. Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones

Espinoza, G. A. (2007). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Texas: Banco Interamericano de Desarrollo, 2002

Gómez, D. (2003). *Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. 2ª. Edic. Madrid: Mundi-Prensa Libros

Guerrera, C. M. (2011). *Responsabilidad Contractual y Extracontractual del Estado*. 1ª. Edic. Ecuador: UTPL.

Luque, J. (2008). *Sistema de evaluación de impactos ambientales. Seminario Taller*. Ecuador: UTM

Marjenhoff, M. S. (2007). *Tratado de derecho administrativo*. 3ª. Edic. Argentina: Abeledo-Perrot

Narváez, I. (2012). *Derecho ambiental en clave neoconstitucional: enfoque político*. Ecuador: Flacso

Quintana, J. (2000). *Derecho Ambiental Mexicano*. México: Porrúa

Rodríguez, L. (2005). *Derecho administrativo general y colombiano*. Bogotá: Temis

Reiche, C. y Jurgen, C. (2007). *El sonido de la vida*. Costa Rica: Orion

Ruiz, W. (2013). *Responsabilidad del Estado y sus regímenes*. 2ª. Edic. España: ECOE Ediciones

Torregroza, J. E. (2007). *Responsabilidad extracontractual del estado por el hecho del legislador*. 1ª. Edic. Colombia: Universidad Externado de Colombia

Valés, P. (2014). *La responsabilidad precontractual*. 1ª. Edic. Barcelona: Editorial Reus

Páginas webs

García, J. (2012). ¿Qué significa el derecho al buen vivir?. Recuperado de <http://www.derechoecuador.com>

Gobierno de la república de Colombia. (2012). *Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad*. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/resolucion/060214_manual_compensaciones_final.pdf

Granda, D. (2014). Evolución del Derecho Ambiental Internacional. Recuperado de <http://www.derechoecuador.com/articulos/detalle/archive/doctrinas/derechoambiental/2014/05/29/evolucion-del-derecho-ambiental-internacional>

Ministerio de Medio Ambiente del Ecuador. (2011). *Sistema Único de Información Ambiental*. Recuperado de: <http://suia.ambiente.gob.ec/ambienteseam/index.seam>

Narvaez, M. (2008). *La Responsabilidad Civil Extracontractual por Daños Ambientales y las Instituciones del Código Civil Ecuatoriano*. Recuperado de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream>

EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO Y DE LA CALIDAD DEL AGUA DE UN MICRORESERVORIO DEL MORELOS, MÉXICO

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 14/11/2020

José Luis Gómez-Márquez

Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, C.P. 09230, México, D.F.
ORCID ID 0000-0003-0962-5368

Bertha Peña-Mendoza

Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, C.P. 09230, México, D.F.

José Luis Guzmán-Santiago

Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, C.P. 09230, México, D.F.

Jake Retana-Ramírez

Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, C.P. 09230, México, D.F.

Omar Rivera-Cervantes

Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, C.P. 09230, México, D.F.

Roberto Trejo-Albarrán

Laboratorio de Hidrobiología, Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM
ORCID ID 0000-0003-2179-1641

RESUMEN: Los microreservorios son sistemas acuáticos que son afectados por la época de secas y lluvias y por lo tanto, modifican la concentración de las diferentes especies químicas presentes en los cuerpos de agua, modificando la abundancia de los organismos del plancton, fuente de alimento para las especies icticas de importancia económica y ecológica presentes en estos embalses artificiales y naturales. El objetivo fue analizar la calidad del agua y reconocer el estado trófico del bordo “La Palapa”, Morelos durante un ciclo anual, con base en el análisis de las variables físicas, químicas y biológicas. Se realizaron muestreos mensuales de septiembre del 2014 a agosto del 2015 en dos estaciones de monitoreo, para evaluar el Índice del Estado Trófico (IET), parámetros físico-químicos, clorofila *a* y la abundancia de fitoplancton. Los datos indican que es un cuerpo de agua somero (1.1 y 4 m), con agua cálidas (22 a 28°C), buena oxigenación (de 2 a 9 mg l⁻¹) con curva clinógrada típicas de cuerpos de agua eutróficos, ligeramente alcalino (pH entre 7.4 y 8.8), aguas duras (>150 mg l⁻¹), productivo (118 mg l⁻¹ en promedio) con niveles entre 20 y 90 µg l⁻¹ de clorofila *a*. Las concentraciones de fósforo total fluctuaron entre 0.1 y 1.57 mg l⁻¹ y los nitratos entre 0.03 y 0.84 mg l⁻¹, adecuadas para mantener una alta productividad primaria. Se registraron cinco divisiones de fitoplancton dominando Chlorophyta (69%) y Cianobacteria (25%). Se observó baja abundancia del fitoplancton durante época de lluvias y alta abundancia en época de secas. Algunos de los géneros dominantes fueron *Chlorella*, *Chroococcus*, *Desmococcus*, *Euglena*, *Fragilaria*, *Microcystis*, *Monoraphidium*,

Oscillatoria, *Scenedesmus* y *Stephanodiscus*. Con base en el IET, el microreservorio se caracterizó como un sistema eutrófico con tendencia a la hipereutrófia. El sistema presenta adecuadas condiciones para obtener una buena producción piscícola.

PALABRAS CLAVE: Clorofila a, nutrimentos, fitoplancton, sistema eutrófico.

EVAUATION OF TROPHIC STATE INDEX AND WATER QUALITY OF A MICRORESERVOIR AT MORELOS STATE, MEXICO

ABSTRACT: Mcroreservoirs are aquatic systems affected by dry and rainy season and so on, altering the concentration of different chemical species present in the bodies of water. In addition, disturbing the plankton abundance as a source of food for the species of economic and ecological importance present in these artificial and natural reservoirs. The aim was to analyze the water quality and determine the Trophic State Index of microreservoir La Palapa, Morelos, during an annual cycle, based on the analysis of the physical, chemical and biological variables. Monthly samplings were carried out from September 2014 to August 2015 in two monitoring stations, to evaluate the Trophic State Index (TSI), physical-chemical parameters, chlorophyll a and phytoplankton abundance. The data indicate it is a shallow aquatic system (1.1 and 4 m), with warm water (22 to 28 ° C), good oxygenation (2 to 9 mg l⁻¹) with a clinograde curve typical of eutrophic water bodies, alkaline (pH between 7.4 and 8.8), hard water (> 150 mg l⁻¹), productive (mean 118 mg l⁻¹) chlorophyll a levels between 20 and 90 µg l⁻¹. Total phosphorus concentrations fluctuated between 0.1 and 1.57 mg l⁻¹ and nitrates between 0.03 and 0.84 mg l⁻¹, adequate to maintain high primary productivity. Five phytoplankton divisions were recorded, dominating Chlorophyta (69%) and Cyanobacteria (25%). Low abundance of phytoplankton was observed during rainy season and high abundance in dry season. Some dominant genera were *Chlorella*, *Chroococcus*, *Desmococcus*, *Euglena*, *Fragilaria*, *Microcystis*, *Monoraphidium*, *Oscillatoria*, *Scenedesmus*, and *Stephanodiscus*. Based on TSI, the microreservoir is a eutrophic system with a tendency to hypertrophic. The aquatic system presents adequate conditions for good fish production.

KEYWORDS: Chlorophyll a, nutrients, phytoplankton, eutrophic system.

1 | INTRODUCCIÓN

Debido al relieve que se presenta en México, existen una gran variedad de climas resultado de la interacción de diversos fenómenos atmosféricos y geográficos y disponer de agua en cantidad y calidad suficiente, es una de las demandas básicas de la población, porque incide directamente en su salud y bienestar en general. La calidad del agua se determina mediante la caracterización física y química de muestras de agua y su comparación con normas y estándares de calidad. Sin embargo, el deterioro de la calidad del agua ocurre por procesos naturales o antropogénicos (Sun *et al.*, 2016; CONAGUA, 2015, 2018).

Al igual que los lagos naturales, los embalses artificiales están sometidos a un progresivo enriquecimiento de nutrimentos, que conduce a un proceso de eutrofización, con la consecuente proliferación de algas indeseables que confieren al agua propiedades

organolépticas desagradables y en casos extremos, traen consigo toxicidad y mortandades masivas de peces (Haynes, 1998; Sampaio *et al.*, 2002; Atıcı y Tokatli, 2014).

Existen aproximadamente 14 000 cuerpos de agua epicontinentales en la República Mexicana que a pesar de su importancia biológica y económica no han sido estudiados limnológicamente. El mayor número de estos sistemas lénticos se localiza en la zona geoeconómica Centro-Occidente de México, que incluye a los estados de Jalisco y Michoacán y un número menor se encuentran distribuidos en las regiones Centro-Sur y Norte del país (Arredondo-Figueroa y Flores-Nava, 1992; Quiroz y Díaz, 2010)

Los bordos temporales y permanentes también llamados jagüeyes, microreservorios o estanques rústicos, están presentes en el 67.13% del territorio nacional y cubren 188 781 hectáreas que representan el 14.74% de la superficie inundada de las aguas epicontinentales. Aproximadamente el 90% de los cuerpos de agua lénticos del territorio nacional son temporales, con dimensiones menores a diez hectáreas, la profundidad no rebasa los 5 m y presentan poca o nula estratificación de la temperatura y los nutrientes ((Arredondo-Figueroa y Flores-Nava, 1992; López y Zambrano, 2001; Quiroz y Díaz, 2010).

Los bordos se llenan principalmente por la captación del agua de lluvia y son utilizados sobre todo como abrevaderos para el ganado y para actividades de extensionismo acuícola, en particular para la producción piscícola. Tienen una cortina rústica construida de tierra o mampostería, generalmente contienen aguas turbias debido a los sólidos en suspensión y a la materia orgánica. La mayoría de estos reservorios de agua son eutróficos, someros y tienen una estrecha relación con el sedimento y reciben el aporte de nutrientes de la cuenca de captación, donde generalmente se llevan a cabo actividades agrícolas o bien se depositan excretas de animales que llegan a abrevar a estos sitios y son adecuados para la acuicultura (Arredondo-Figueroa y Flores-Nava, 1992; Hernández-Avilés *et al.*, 2007; Quiroz y Díaz, 2010).

Palau-Ibars (2003) menciona que la eutrofización en estos embalses es una alteración prácticamente inherente a su construcción y a su explotación especialmente en zonas semiáridas, con un régimen hidrológico marcadamente estacional y redes hidrográficas densamente ocupadas por la población. La eutrofia, se explica por la carga de materia orgánica que favorece el mantenimiento de mayores aportaciones relativas de nutrientes por unidad de superficie.

Uno de los factores que afectan considerablemente la producción primaria así como la calidad del agua de estos embalses, es la limitación de la penetración de la luz por la cantidad de sólidos en suspensión en ambientes ricos en nutrientes. La resuspensión de los sedimentos causada en gran parte por los vientos en los sistemas acuáticos someros y los aportes que se tienen de los ríos, son factores que modifican la concentración de materiales en suspensión y por lo tanto, la profundidad de la zona fótica en la columna de agua (Barrera-Escorcía y Wong-Chang, 2007).

Por esto, una manera rápida y fácil de obtener información de la calidad del agua dulce con una visión global, es por medio de la aplicación de un índice en el monitoreo de la calidad del agua dulce en años recientes. El enfoque del monitoreo tradicional de la calidad del agua, está basado en la comparación de las variables determinadas con la normativa estándar local, la cual provee información parcial de toda la calidad.

Entre los estudios realizados sobre la calidad del agua en el estado de Morelos se encuentran el de Aguilar (1986), quien señala algunas características físicas, químicas y biológicas del agua del Lago Tequesquitengo. Para el Parque Nacional Lagunas de Zempoala se reporta el documento de García-Rodríguez *et al.* (2003). Con respecto a estudios sobre la morfometría, la batimetría, productividad primaria, composición química, física y biológica que presentan los microreservorios se puede mencionar a Granados (1990), Gómez (2002), Dorantes y Zavala (2003), Gómez-Márquez *et al.* (2003), Granados *et al.* (2007), Quiroz y Díaz, (2010), Gómez-Márquez *et al.* (2013) y Retana (2019).

Con base en lo anterior, es importante desarrollar este tipo de estudios en los cuerpos de agua continentales, por lo que en este trabajo se planteó como objetivo analizar las condiciones físicas y químicas del agua, la composición del fitoplancton así como sus variaciones durante un ciclo anual en el microreservorio.

2 | MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El microreservorio La Palapa (Fig. 1) se ubica en el municipio de Ayala, estado de Morelos en los 18°43'17.07" latitud Norte y 98°54'44.56" longitud Oeste, a 1,220 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2000). El clima que predomina en esta zonas es Aw''(w)(i')g, cálido sub-húmedo, con lluvias en verano. La precipitación y temperatura media anual es de 800 mm y 24°C respectivamente (García, 2004).

El municipio de Ayala se beneficia con la influencia de la microcuenca del río Cuautla, del río Ayala que se favorece con los escurrimientos de las barrancas, El Hospital y Calderón (INEGI, 2000).

2.2 Parámetros físicos y químicos

Se establecieron dos estaciones de monitoreo (una en la parte central y otra en el afluente) a dos niveles de profundidad (0.30 y 1.0 m). Los muestreos se efectuaron mensualmente de septiembre del 2014 a agosto del 2015. En cada sitio se determinaron los siguientes parámetros: Temperatura ambiental, del agua y el oxígeno disuelto con un oxímetro Marca HANNA Modelo HI9146; pH, conductividad eléctrica, con un multiparámetros marca HANNA modelo HI 991300 y transparencia (mediante el disco de Secchi). Para la toma de muestras de agua se utilizó una botella Van Dorn de dos litros de capacidad y estas fueron almacenadas en botellas de polietileno de un litro para la determinación

de la alcalinidad total, dureza total, nitritos, nitratos, amonio, fósforo reactivo soluble (ortofosatos), fósforo total, los cuales se determinaron por medio de técnicas colorimétricas convencionales (APHA, AWWA, and WPCF, 1999).

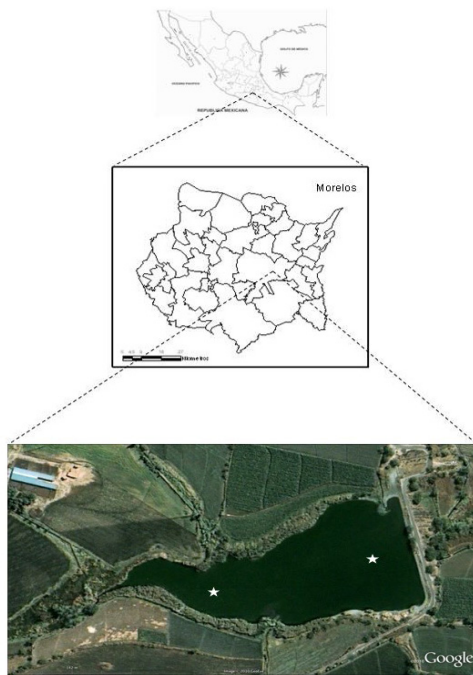


Figura 1. Ubicación del área de estudio y de las zonas de monitoreo

Para la recolecta del fitoplancton se vertieron de la botella Van Dorn, agua de la zona superficial del embalse en frascos de polietileno de 125 ml, se fijaron con acetato de lugol y se transportaron al laboratorio para su posterior análisis.

De las muestras de fitoplancton colectadas en campo, se tomaron 5 ml y colocaron en una cámara de sedimentación, La determinación de los organismos se realizó de acuerdo a Ortega (1984), Krammer y Lange-Bertalot (1986), Krammer y Lange-Bertalot (1991), John *et al.* (2002), Comas (1996), Dillard (1989) y Ettl y Gärtner (1988). El conteo del número de células y la identificación se realizó con ayuda de un microscopio invertido siguiendo la técnica de Uthörmol. Los resultados se expresaron en número de células por unidad de volumen y la determinación se realizó hasta el nivel de género.

La determinación de biomasa del fitoplancton (clorofila a) se obtuvo utilizando un espectrofotómetro. Para determinar el grado de eutrofización de los cuerpos de agua se empleó el Índice del Estado Trófico (IET), propuesto por Carlson (1977) el cual se obtiene a partir de la transparencia (visibilidad del disco de Secchi), concentración de clorofila a y

concentración de fósforo total. Los valores extremos del IET son 0 (ultra-oligotrófico) 100 (hipereutrófico).

Se realizó un análisis exploratorio de datos por métodos gráficos previo al análisis estadístico multivariado. Se aplicaron métodos no paramétrico (prueba de U de Mann Whitney ó Kruskal-Wallis) con un nivel de significancia de $P=0.05$. Posteriormente se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP) que es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión del número de variables. Todos los análisis se llevaron a cabo por medio del programa Statgraphics v. 5.0® y de la hoja de cálculo de Excel de Microsoft Office 2007®.

3 I RESULTADOS

En el área de estudio se observaron dos épocas, secas y lluvias. En el periodo de lluvias (junio a octubre) el aporte de agua incrementa el volumen de la Palapa, repercutiendo en la morfometría, batimetría, variables físicas y químicas y biológicas. El periodo de secas comprendió los meses cálidos de marzo a mayo y los meses fríos de noviembre a febrero. El volumen del sistema se vio afectado por la evaporación, infiltración y utilización del agua para irrigación, provocando una concentración de los elementos en el sistema y registro de niveles de profundidad más bajos. Por lo tanto, este sistema presenta un periodo de dilución y uno de concentración y esta dinámica afecta directamente a la calidad del agua así como su estado trófico, la composición y abundancia del fitoplancton.

La morfometría para el bordo La Palapa muestra que la forma del sistema es triangular alargada y a partir de la construcción del mapa batimétrico, se procedió a determinar los parámetros morfométricos (Tabla 1). En la curva hipsográfica absoluta se puede observar que se trata de un sistema somero con una gran área superficie. La forma de la curva relativa es convexa y la profundidad para la zona eufótica donde se lleva a cabo la producción es de 0.94 m, que corresponde al 40% de la profundidad total (Fig. 2).

3.1 Parámetros físicos y químicos

Se utilizó la prueba de U de Mann Whitney y no se detectaron diferencias estadísticas entre los sitios y tampoco entre los dos niveles de profundidad de cada uno de los parámetros (Temperatura, $W=270.5$, $p>0.05$; conductividad, $W=260$, $p>0.05$; OD, $W=265.5$, $p>0.05$; pH, $W=275.5$, $p>0.05$; dureza, $W=263.5$, $p>0.05$; alcalinidad, $W=321$, $p>0.05$; amonio, $W=259$, $p>0.05$; nitritos, $W=255.5$, $p>0.5$; nitratos, $W=159.5$, $p>0.05$; ortofosfatos, $W=225$, $p>0.05$; fósforo total, $W=235.5$, $p>0.05$). Esto quiere decir que existe un comportamiento homogéneo en la distribución de cada parámetro en el bordo.

	Símbolo	Valor
Longitud máxima (m)	l	320
Anchura máxima (m)	b	159
Anchura media (m)	\bar{b}	109.13
Longitud del litoral (m)	L	851.2
Área (m ²)	A	34920
Volumen (m ³)	V	41090.67
Desarrolló litoral	D_L	1.28
Desarrolló del volumen	D_V	1.31
Profundidad máxima (m)	Z_m	2.7
Profundidad media (m)	\bar{Z}	1.18
Profundidad relativa (%)	Z_r	1.28
Relación $\bar{Z} : Z_m$	$\bar{Z} : Z_m$	0.44

Tabla 1. Valores para la Morfometría del bordo La Palapa, Mor.

El valor mínimo de temperatura que se registró en este sistema fue en febrero con 21.4 °C en la estación uno y el máximo ocurrió en junio con 30.0 °C en la estación dos. La profundidad mínima que se obtuvo en este sistema fue de 1.15 m en diciembre en la estación dos y la máxima en el mes de octubre con 4 m en la estación uno. En el caso de la transparencia los valores fueron similares en ambas estaciones y se mantuvieron más o menos uniformes durante el ciclo anual.

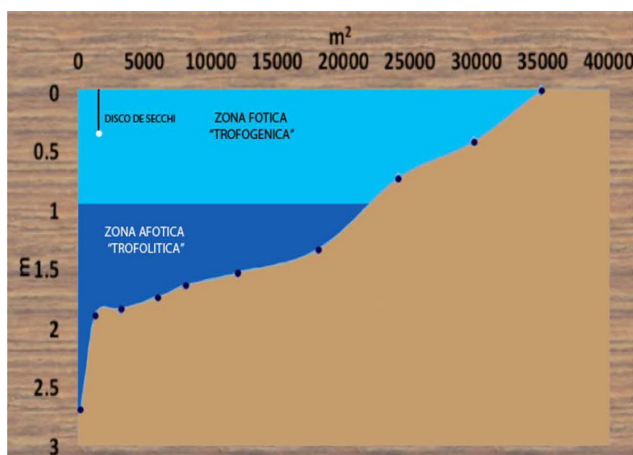


Figura 2. Curva hipsográfica para el bordo La Palapa, Mor.

Con respecto al OD se registró buena oxigenación durante todo el estudio a pesar de determinar una concentración mínima de 2 mg l⁻¹. El sistema presentó valores de pH entre 7.5 a 8.6 lo que hace que sea un sistema ligeramente alcalino; los valores de alcalinidad total variaron entre 53 y 185 mg l⁻¹ indicando que en La Palapa existe alta productividad. La variación de la concentración de la dureza total estuvo relacionada con el periodo de lluvias y de seca, registrándose una concentración mínima en lluvias (181 mg l⁻¹) y un máximo en la época de secas (431 mg l⁻¹). Este comportamiento se observó de manera similar en ambas estaciones.

Las concentraciones de ortofosfatos (entre 0.006 y 0.58 mg l⁻¹) en este sistema, tienden a disminuir cuando incrementa la densidad fitoplanctónica, influenciado por la ausencia y presencia de lluvias. La concentración mínima de fósforo total se registró en diciembre y la concentración máxima en septiembre. El comportamiento de estos dos nutrimentos es igual en las dos estaciones.

Los valores de amonio fluctuaron entre 0.08 y 0.77 mg l⁻¹, los cuales se encuentran por debajo de los niveles tóxicos, aunque se observa que este nutrimento tiende a incrementarse en la época de secas. En el caso de los nitratos estos tienen un comportamiento inverso al del amonio, que pasan desde una mayor concentración a una menor a lo largo del estudio, debido a que estos son la forma asimilable del nitrógeno para los organismos algales. Las formas de nitrógeno que se encontró en bajas concentraciones fue el nitrito, con valores entre 0.001 y 0.012 mg l⁻¹, ya que concentraciones altas o cercanas a 0.1 mg l⁻¹ son tóxicas para la biota en un sistema acuático (Tabla 2). Por lo tanto, se puede decir que el sistema se comportó de forma homogénea por efecto del viento y no hay diferencias significativas entre las estaciones.

En La Palapa se llevó a cabo un estudio de 24 horas para caracterizar el sistema desde el punto de vista térmico, realizándose perfiles de la columna de agua durante la época de secas (mayo) y de lluvias (agosto). Se observó que la temperatura mostró un gradiente (estratificación) durante el día y una homogenización (mezcla) en la noche, durante los dos meses en los que se realizó el estudio. Esto significa que el cuerpo de agua se puede clasificar desde el punto de vista térmico como un sistema polimíctico cálido continuo, al estratificarse y mezclarse en un periodo de 24 horas.

3.2 Fitoplancton y estado trófico

En cuanto a la presencia del fitoplancton, se registraron cinco grupos principales que incluyen 62 géneros: Clorofita con 69%, Cianobacterias 25%, Bacilariofita 1%, Euglenofita con 4% y Xantofita 1% y se observó una clara dominancia por parte de las clorofitas. En la Tabla 3, se muestra la clasificación taxonómica de los organismos fitoplanctónicos determinados

Parámetro	Máximo	Promedio	Mínimo
Temperatura H ₂ O (°C)	28.6	25.8	22.5
Temperatura ambiente (°C)	31.2	25.6	20
Profundidad (m)	3.6	2.45	1.1
Transparencia (m)	0.50	0.36	0.21
Alcalinidad total (mg CaCO ₃ l ⁻¹)	185	118	53
Dureza total (mg CaCO ₃ l ⁻¹)	431	256	181
pH	8.6	8.13	7.50
Nitratos (mg l ⁻¹)	0.76	0.403	0.044
Nitritos (mg l ⁻¹)	0.012	0.006	0.001
Amonio (mg l ⁻¹)	0.77	0.43	0.08
Ortofosfatos (mg l ⁻¹)	0.58	0.29	0.0063
Fósforo total (mg l ⁻¹)	1.38	0.74	0.09
Silicatos (mg l ⁻¹)	45	23	10
Sulfatos (mg l ⁻¹)	150	88	25
Clorofila "a" (μg l ⁻¹)	93.1	54.8	16.5
Índice del Estado Trófico	87	81	75
Oxígeno disuelto (mg l ⁻¹)	15.2	10.7	2.6

Tabla 2. Valores de los parámetros físicos, químicos, clorofila "a" e Índice del Estado Trófico para el bordo La Palapa, Mor.

En la división Chlorophyta se registraron 6 órdenes con 26 géneros, en la Cianobacteria 3 órdenes con 11 géneros, para Bacillariophyta se reportan 2 órdenes con 23 géneros, en la Euglenophyta un orden con 3 géneros y por último, en la división Xantophyta se reporta un orden con 2 géneros. Las clorofitas fueron el grupo que aportó la mayor cantidad de clorofila "a" al sistema; asimismo, la abundancia de estos organismos incrementó durante la época de secas cuando existe una disminución del volumen y con ello una concentración del sistema. Se aplicó la prueba t-student a los valores de clorofila a entre estaciones y no se obtuvo diferencia significativa entre las medias, (t-student=0.6504; P>0.05) y tampoco hay diferencia significativa para la abundancia del fitoplancton entre estaciones (t-student=0.2394, P>0.05).

División	Orden	Género
Chlorophyta	Chlorococcales	<i>Actinastrum</i>
		<i>Ankistrodesmus</i>
		<i>Chlorella</i>
		<i>Chlorochytrium</i>
		<i>Chlotococcum</i>
		<i>Coelastrum</i>
		<i>Crucigenia</i>
		<i>Dictyosphaerium</i>
		<i>Kirchneriella</i>
		<i>Monoraphidium</i>
		<i>Oocystis</i>
		<i>Pediastrum</i>
		<i>Scenedesmus</i>
		<i>Schroederia</i>
		<i>Selenastrum</i>
	<i>Tetraedron</i>	
	<i>Tetastrum</i>	
	Tetrasporales	<i>Apiocystis</i>
	Microsporales	<i>Microspora</i>
	Ultrichales	<i>Desmococcus</i>
<i>Ulothrix</i>		
Desmidiales	<i>Closterium</i>	
	<i>Cosmarium</i>	
	<i>Pleurotaenium</i>	
	<i>Staurastrum</i>	
Volcocales	<i>Chlamydomonas</i>	
Cyanophyta	Chroococcales	<i>Chroococcus</i>
		<i>Merismopedia</i>
		<i>Microcystis</i>
		<i>Rabdoderma</i>
	Oscillatoriales	<i>Arthrospira</i>
		<i>Microcoleus</i>
		<i>Oscillatoria</i>
		<i>Spirulina</i>
	Nostocales	<i>Anabaena</i>
		<i>Anabaenopsis</i>
		<i>Nostoc</i>

Ochrophyta	Centrales	<i>Cyclotella</i>
		<i>Melosira</i>
		<i>Stephanodiscus</i>
	Pennales	<i>Achnanthes</i>
		<i>Anomoeneis</i>
		<i>Caloneis</i>
		<i>Cocconeis</i>
		<i>Cymatopleura</i>
		<i>Cymbella</i>
		<i>Denticula</i>

Tabla 3. Organismos del fitoplancton (género) registrados en el microreservorio La Palapa, Mor.

Ochrophyta	Pennales	<i>Epithemia</i>
		<i>Fragilaria</i>
		<i>Gomphoema</i>
		<i>Gyrosigma</i>
		<i>Hantzschia</i>
		<i>Navicula</i>
		<i>Neidium</i>
		<i>Nitzschia</i>
		<i>Pinnularia</i>
		<i>Rhoicosphenia</i>
		<i>Stauroneis</i>
		<i>Surirella</i>
<i>Synedra</i>		
Xantophyta	Euglenales	<i>Euglena</i>
		<i>Phacus</i>
		<i>Trachelomonas</i>
Xantophyta	Mischococcales	<i>Bumilleriopsis</i>
		<i>Goniochloris</i>

Tabla 3 (cont.). Organismos del fitoplancton (género) registrados en el microreservorio La Palapa, Mor.

La abundancia de los organismos fitoplanctónicos registrados y la concentración de clorofila “a”, mostraron un aumento hacia los meses cálidos secos, mientras que en los meses con lluvias y meses fríos se presenta una baja en la abundancia de los organismos y por lo tanto, en la producción de clorofila a (Fig. 3).

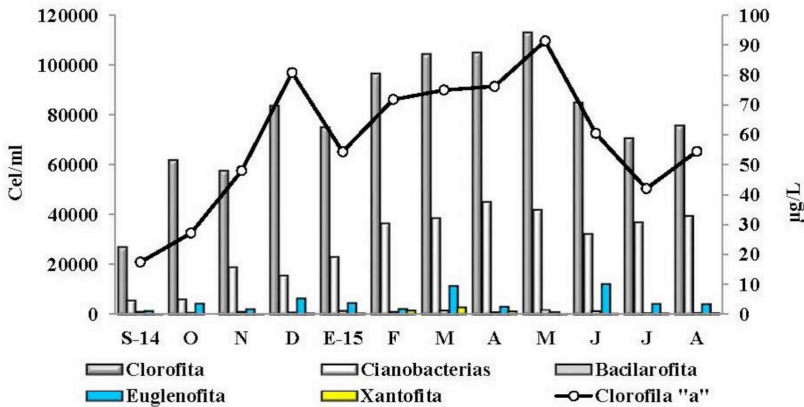


Figura 3. Variación temporal de los grupos del fitoplancton y clorofila a, para el bordo La Palapa, Mor.

Con respecto al Índice del Estado Trófico, se trata de un sistema eutrófico, con tendencia a la hipertrofia con valor promedio para IET de 81 (Tabla 2). Es muy probable que la transparencia y la concentración de fósforo total, son los parámetros que más repercuten en el IET, aunque su promedio se mantuvo poco variable durante todo el estudio (Fig. 4).

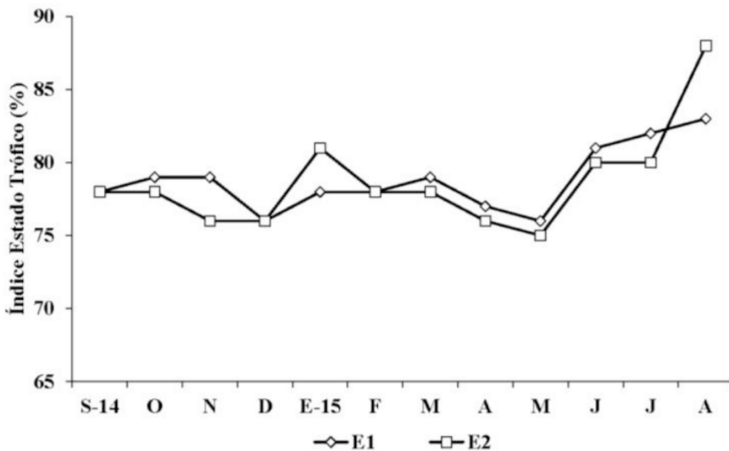


Figura 4. Variación temporal del Índice del Estado Trófico para le bordo La Palapa, Mor.

Se registraron como géneros raros u ocasionales (que aparecieron solo uno o dos meses) a *Apiocystis*, *Cocconeis*, *Closteriopsis*, *Goniochloris*, *Melosira*, *Neidium* y *Rabdoderma* y como dominante (presentes durante todo el estudio), a *Chlorella*, *Chlorococcum*, *Chroococcus*, *Dictyosphaerium*, *Euglena*, *Fragilaria*, *Kircheneriella*, *Microcystis*, *Monoraphidium*, *Oscillatoria*, *Phacus*, *Scenedesmus* y *Stephanodiscus*.

4 | ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Se aplicó el Análisis de Componentes Principales, y se redujeron a cinco componentes que explican en el sistema el 86.14% de la variabilidad total. Los dos primeros componentes explican cerca del 59% la variación de total del modelo.

En la figura 5 se observa que la separación de los meses está dada por el factor climático, separándose en meses secos fríos, secos cálidos y meses con lluvias.

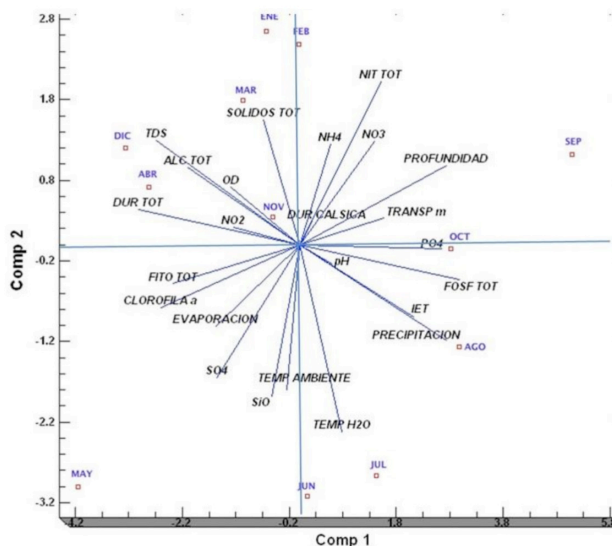


Figura 5. Análisis de Componentes Principales para las variables físicas, químicas y biológicas para el bordo La Palapa, Mor.

En los meses con lluvias (junio, julio, agosto, septiembre y octubre) están asociados a las variables de profundidad, nitratos, pH, fósforo total, ortofosfatos, IET, transparencia, y precipitación. Esta asociación indica que hay una alta productividad en el sistema al tener una interacción entre los factores Morfometría, el climático y parte del componente edáfico.

En los meses secos fríos (noviembre, diciembre, enero y febrero) y parte de los meses cálidos (marzo) se asocian las siguientes variables: nitrógeno total, amonio, TDS, alcalinidad total, solidos totales, dureza cálcica y oxígeno disuelto. La asociación está regida principalmente por el incremento del fitoplancton, encontrándose en esos meses una fase de transición entre la concentración y la fase de dilución. Por último, los meses secos cálidos (abril y mayo) están asociados con las variables del factor edáfico como dureza total, biológicos (fitoplancton y clorofila a), nutrientes y la temperatura, periodo en el que hay una pérdida de volumen del sistema y por lo tanto, la etapa de concentración.

5 | DISCUSIÓN

El sistema La Palapa se localiza en una zona marcada por la temporada de secas y lluvias que tienen una influencia directa con el proceso de concentración y dilución de nutrimentos del sistema. Esta dinámica afecta directamente la calidad del agua, así como su estado trófico y por lo tanto, la dinámica de los organismos, lo cual coincide con lo descrito por Quiroz y Díaz (2010).

El agua del bordo La Palapa se utiliza principalmente para actividades de irrigación y produce un impacto considerable en las condiciones ambientales del ecosistema, por lo cual la mayor parte del estudio fue un sistema somero, excepto durante la época de lluvias. Este cuerpo de agua posee grandes áreas en las que crece abundante vegetación de macrófitas en la zona litoral. El microreservorio al estar rodeados por campos agrícolas y vegetación, modifica la productividad del sistema lacustre, al recibir entrada de nutrimentos en relación con su volumen, lo que incrementa su capacidad productiva, principalmente en la época de lluvias y con esto la variación del estado trófico como lo menciona Wetzel (2001).

Con respecto a la morfometría, Wetzel (2001) señala que la mayoría de los lagos se desvían de la forma circular presentando formas subcirculares y elípticas, con valores de desarrollo de la línea de costa (DL) aproximadamente de 1. Los valores que se obtuvieron de DL fueron mayores a 1. Hernani y Ramírez (2002) mencionan que cuando la forma es más alargada aumenta notablemente el valor del DL, además, respecto a las curvas hipsográficas absolutas, señalan que cuando el valor es alto o cercano a 41%, se espera que la productividad del sistema sea alta y esto mejora la producción de peces como lo cita Arredondo (1993).

El tamaño y lo somero del ecosistema acuático, lo hace susceptible a procesos externos, tal como intensa radiación solar, altas temperaturas del agua, fuertes vientos y fluctuaciones en el suministro de agua, los cuales pueden modificar la dinámica ecológica del bordo, aún en la zona litoral. Algunos de estos procesos también influyen en el estado trófico del sistema acuático (Beklioglu *et al.*, 2016; citados en Cuevas *et al.*, 2020)

Este sistema acuático se caracteriza por presentar periodos de mezcla y estratificación continuos debido a que es un embalse somero, afectado por la extracción del agua para actividades agrícolas, la acción del viento y por la actividad pesquera, ya que se presenta una remoción constantes de materiales y nutrimentos del sedimento y por lo tanto, una menor transparencia por la cantidad de sólidos en suspensión que se registran, lo cual es reportado por Retana (2019).

La disminución de la transparencia no solo afecta al fitoplancton al reducir la longitud de onda para realizar la fotosíntesis, sino también a los peces afectándolos en su proceso respiratorio al bloquear los filamentos branquiales y los cambios de temperatura que afectan directamente la tasa metabólica, con el consecuente incremento en el consumo de oxígeno.

La variación de la temperatura implica que el sistema se puede enfriar o calentar parcial o totalmente en toda la columna de agua en cualquier tiempo del año y con base en su profundidad el lago puede ser considerado como un lago polimíctico cálido continuo (Lewis, 1996) afectado por fuertes vientos y bajas temperatura en un ciclo nictimeral (Umaña-Villalobos, 2010).

La temperatura es un factor que afecta la distribución de algunas especies y sus diferencias se pueden relacionar con la altitud y la productividad acuática, modificando la estructura de la comunidad. Chellappa *et al.* (2008) menciona que la naturaleza polimíctica de reservorios semiáridos donde la temperatura de eleva en el día y disminuye en la noche, favorece importantes movimientos convectivos en la mezcla de la columna de agua y la consecuente disponibilidad de nutrientes en el agua a partir del sedimento.

Al analizar la concentración del oxígeno disuelto en la columna de agua, el comportamiento es de una curva de tipo clinógrada (Wetzel, 2001) sin llegar a la anoxia, lo que indica que La Palapa presenta aguas bien oxigenadas, adecuadas para el desarrollo de las comunidades que habitan en el sistema.

Ndebele-Murisa *et al.* (2010) mencionan que factores ambientales como pH, conductividad, oxígeno disuelto, concentración de nutrientes e intensidad luminosa, influyen en la producción primaria y estos a su vez, son afectados por la estratificación térmica, característica común en los lagos tropicales, lo cual apoya el análisis realizado de la relación del factor climático con el factor edáfico.

Mustapha (2009) señala que la conductividad promueve alta abundancia y crecimiento del fitoplancton y en consecuencia, un mayor número de organismos del zooplancton, porque los nutrientes están más disponibles en un menor volumen de agua en la temporada de secas cálidas, similar a lo mencionado por Gómez-Márquez *et al.* (2013).

Por otra parte, la relación positiva entre la conductividad eléctrica y la concentración de clorofila *a* puede ser un mecanismo causal, ya que el bicarbonato, el cual esta significativamente relacionado a la conductividad, puede influenciar la fotosíntesis y la biomasa del fitoplancton. La resuspensión del sedimento puede transferir iones y nutrientes del sedimento a la columna de agua, incrementando la conductividad eléctrica, Además, los nutrientes son transportados de otros lagos o sistemas acuáticos durante la estación lluviosa. En general, la conductividad puede ser considera un sustituto para la concentración de nutriente en el agua, la cual directamente influye en la biomasa del fitoplancton (Chellappa *et al.*, 2008).

La dureza total, de este sistema acuático contiene aguas duras debido a las características edáficas y el origen geológico en el cual se encuentra asentado el bordo, así como a la tasa de evaporación durante la época de secas. Wetzel (2001) menciona que los lagos que tienen cantidades elevadas de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio principalmente provocan valores elevados de alcalinidad y pH, como los reportados para

el bordo La Palapa, ya que las aguas duras favorecen los procesos de eutrofización por contener altas concentraciones de fósforo y nitrógeno que generan problemas como el florecimiento de microalgas y la disminución de la cantidad de oxígeno disuelto (Arredondo y Ponce, 1998),

Arredondo (1993) y Quiróz y Díaz (2010) señalan que los organismos más representativos en los bordos de climas cálidos son las clorofitas, lo que se observa claramente en el bordo La Palapa. Estos organismos dominan en los cuerpos de agua lénticos de estado de Morelos como lo citan Gómez (2002) y Dorantes y Zavala (2003), ya que las condiciones son propicias para el óptimo desarrollo de estas algas, debido a que la mayoría de las especies son características de ambientes eutróficos, someros y son especies cosmopolitas, oportunistas y soportan variaciones en las condiciones ambientales (Oliva-Martínez *et al.*, 2014)

Ortega (1984) señala que *Monoraphidium* sp. y *Kirchneriella* sp son indicadores de sistemas eutróficos; también géneros como *Selenastrum*, *Coelastrum*, *Crucigenia* y *Scenedesmus* son representativos en los bordos de climas cálidos.

La segunda división más abundante dentro de la comunidad del fitoplancton es Cyanobacteria, cuyos florecimientos son comunes en los sistemas lénticos tropicales y se asocian a varias causas: mayor cantidad de nutrientes, alta insolación, altas temperaturas, poca circulación de la columna de agua y poca o nula intensidad de los vientos (Haynes, 1998; Pérez *et al.*, 2008)

La división Euglenophyta tiende a presentarse en ambientes donde prevalecen aguas ricas en materia orgánica, situación que presenta el bordo La Palapa debido a la actividad ganadera, al utilizar este sistema acuático como abrevadero. Gómez (2002), Quiroz y Díaz (2010) y Haruna (2015) mencionan que la presencia del género *Euglena* es un indicador de eutrofización de los sistemas acuáticos y que el fitoplancton está sometido a una fuerte influencia estacional en las zonas tropicales Oliva-Martínez *et al.* (2014) señalan que de los 32 estados que conforman México, sólo el 62.5% tienen registros de algas fitoplanctónicas y son importantes porque han sido propuestas y utilizadas como suplementos alimenticios, fuente de ácidos grasos tipo omega, antioxidantes, para ayudar en restauración de ecosistemas, disminución de emisiones del efecto invernadero y para producir biocombustibles.

Gracias a sus dimensiones y forma, el bordo “La Palapa” tiene un gran intercambio de materiales con la cuenca y una acelerada tasa de sedimentación, por lo que se puede clasificar como un sistema somero, productivo, con un alto intercambio entre el sedimento y la columna de agua, lo que propicia una resuspensión de materiales inorgánicos necesarios para que se realice la producción primaria.

Al ser un sistema eutrófico, determinado con base en el IET y en la presencia de ciertos géneros del fitoplancton, el sistema acuático presenta baja diversidad de especies pero adecuada abundancia de organismos para sostener la pesquería de tilapia y otras

especies ícticas de importancia ecológica, que proporcionan beneficios económicos y nutricionales a las poblaciones aledaña y son un elemento importante en la transferencia de la materia y energía a niveles superiores en la cadena trófica del sistema acuático.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los alumnos del Laboratorio de Limnología que participaron en el monitoreo y que con su apoyo se ha generado el presente documento. Al programa DGAPA PAPIME proyectos PE205513 y PE213718 y a la FES Zaragoza, UNAM por el apoyo financiero proporcionado para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

Aguilar, L. A. (1986). Contribución al conocimiento de las características hidrobiológicas del Lago de Tequesquitengo, Morelos. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas. UAEM 47 p.

APHA, AWWA y WPCF. (1999). Standard Methods for the Examination of Water Wastewater. 20 Edición. Washington, USA.

Arredondo-Figueroa, J.L. y A. Flores-Nava. (1992). Características limnológicas de pequeños embalses epicontinentales, su uso y manejo en la acuicultura. *Hidrobiológica*, 3/4, 1-10.

Arredondo, F.J.L. (1993). Fertilización y fertilizantes: Su uso y manejo en la acuicultura. UAM Iztapalapa, México. 202 p.

Atici, T y C. Tokatli. (2004). Algal Diversity and Water Quality Assessment with Cluster Analysis of Four Freshwater Lakes (Mogan, Abant, Karagöl and Poyrazlar) of Turkey. *Wulfania Journal*, 21(4), 155-169.

Barrera-Escorcia, G. y I. Wong-Chang. (2007). Eutrofización y calidad del agua. Pp. 609-633. En: Arredondo-Figueroa, J.L., G. Díaz-Zavaleta y J.T. Ponce-Palafox (compiladores). *Limnología de presas mexicanas*. AGT Editor. S.A. México D.F.

Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22: 361-369.

Chellappa, N. T., J. M. Borba y O. Rocha. (2008). Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(3): 477-494.

CONAGUA. (2015). Atlas del Agua en México 2015. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Planeación, México. 138 p.

CONAGUA. (2018). Estadísticas del Agua en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Planeación, México, 305 p.

Cuevas, M. H., A. V. Lugo, L. S. Perallta, J. M. Morlán, G. F. Vilaclara, M. R. R. Sánchez, M. A. O. Escobar y J. J. Carmona. (2020). Identification of Key Factors Affecting the Trophic State of Four Tropical Small Water Bodies. *Water*, 12, 1454; doi:10.3390/w12051454

Díaz-Vargas, M., E.E. Elizalde-Arriaga, H. Quiróz-Castelán, J. García-Rodríguez e I. Molina Estudillo. (2005). Caracterización de algunos parámetros físico químicos del agua y sedimento del lago Zempoala, Morelos, México. *Acta Universitaria*, 15(2), 57-65.

Dillard, G. E. (1989). *Freshwater Algae of the Southeastern United States*. Gebruder Borntraeger-Stuttgart. Germany. 284 p.

Dorantes, G. E. y M. B. Zavala. (2003). Estudio de la calidad de agua de tres cuerpos acuáticos en el estado de Morelos, Tesis de Licenciatura. FES Zaragoza, UNAM, México. 92 p.

García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 80 p.

García-Rodríguez, J., F. I. Molina-Astudillo, H. Quiroz y R. Trejo: (2003). Especies del Fitoplancton Presentes en el Lago Tonatiahua, Morelos, México. *Acta Universitaria*, 13(2), 53-66.

Gaytán-Herrera, M.L., E. Cuna-Pérez y P. Ramírez-García (2017). Annual phytoplankton dynamics in La Antigua River, Mexico. *Journal of Environmental Biology* November, Vol. 38, 1197-1203.

Gómez, M. J. L. (2002). Estudio limnológico-pesquero del lago de Coatetelco, Morelos, México. Tesis de Doctorado en Ciencia. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 181 p.

Gómez-Márquez, J.L., B. Peña-Mendoza, I.H. Salgado-Ugarte y J.S. Hernández-Avilés. (2003). Zooplankton in lake Coatetelco, a eutrophic shallow tropical lake, México. *Journal of Freshwater Ecology* 18(4): 659-660.

Gómez-Márquez, J. L., B. Peña-Mendoza, J. L. Guzmán-Santiago y V. Gallardo-Pineda. (2013). Composición, abundancia del zooplancton y calidad de agua en un microreservorio en el estado de Morelos. *Hidrobiológica*, 23(2): 227-240.

Granados, R. J. G. (1990) Comportamiento del zooplancton en tres ambientes acuáticos epicontinentales del estado de Morelos, México. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM, México. 55 p.

Granados-Ramírez, J. L., C. Álvarez-Del Ángel, M. Martínez-Alaníz., M. Romero-Aguilar, L.M Arteaga-Núñez y J.I. Zavala-Aragón. (2007). Variación poblacional de los rotíferos (clase: Monogononta) de tres cuerpos de agua de la subcuenca del río Cuautla, Morelos-México. *UAEMor. Cuernavaca Morelos. Scientiae Naturae*. Volumen 6. Número 1: 33-44.

Hernández-Avilés, J. S., J. L. García-Calderón, M. C. Galindo-Santiago y J. Loera-Pérez. (2007). Microembalses: una alternativa de la limnicultura. En: de la Lanza, E.G. (compiladora). *Las Lagunas Interiores de México: Conceptos y casos*. AGT Editor, S. A. México. Pp. 597-620.

Haruna, A. E. (2015). Seasonal variations in phytoplankton diversity in the Bui dam area of the Black Volta in Ghana during the pre- and post-impoundment periods. *Rev. Biol. Trop.* 63(1): 13-22.

Haynes, R. C. (1998). An introduction to the blue-green algae (Cyanobacteria) with an emphasis on nuisance species. *North American Lake Management Society*, Washington D.C. 20 p.

- Hernani, A. y J. J. Ramirez. (2002). Aspectos Morfométricos y Teóricos de un Embalse Tropical de Alta montaña: Represa La Fe, El Retiro, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 26(101): 511-518.
- INEGI. (2000). Anuario Estadístico del Estado de Morelos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- John M. D., Whitton A. B. y Brook J. A. (2002). *The Freshwater Algal flora of the British Isles*. 1a Published. The Natural History Museum and the British Physiological Society. United Kingdom. 702 p.
- Krammer K. y Lange-Bertalot H. (1986). *Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae*. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart. Germany. 874 p.
- Krammer K. y Lange-Bertalot H. (1991). *Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilareaceae, Eunotiaceae*. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart. Germany. 574 p.
- Lewis, W.M. Jr. 1996. Tropical lakes: how altitude makes a difference. Pp. 43-64. En F. Schiemer and K.T. Boland (eds.). *Perspectives in tropical limnology*. SPB Academic, Amsterdam, The Netherland.
- López, B. J. y L. G. Zambrano. (2001). Propiedades limnéticas de sistemas dulceacuícolas pequeños en Acambay, México: correlación de datos de campo con imágenes de video con color. *Investigaciones Geográficas*, 44, 64-84.
- Mustapha, M. K. (2009). Zooplankton assemblage of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria. *Rev. Biol. Trop.* 57(4): 1027-1047.
- Ndebele-Murisa, M., C. F. Musil y L. Raitt. (2010). A review of phytoplankton dynamics in tropical African lakes. *South African Journal of Science*, 106(1/2), Art. #64, 6 p. DOI: 10.4102/sajs.v106i1/2.64
- Oliva-Martínez, M. G., J. L. Godínez-Ortega y C. A. Zuñiga-Ramos. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 54-61.
- Ortega, G. M. M. (1984). *Catálogo de Algas continentales recientes de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinación de la Investigación Científica, Instituto de Biología. México D.F. 307 p.
- Palua-Ibars, A. (2003). Medidas de gestión y adecuación ambiental de embalses frente a la eutrofia. *Limnetica* 22(1-2): 1-13.
- Pérez, D. S., A. L. Soraci y M. O. Tapia. (2008). Cianobacterias y cianotoxinas: rol de las microcistinas en la salud humana y animal y su detección en muestras de agua. *Analecta Veterinaria* 28: 48-56.
- Quiroz C.H. y M.V. Díaz. (2010). Los bordos y su aprovechamiento en Morelos. *Inventio*, 12, 33-38.
- Retana, R.J. (2019). Análisis de la calidad del agua y su relación con la comunidad zoopláctica en el microembalse La Palapa, Morelos, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 106 p.
- Sampaio, E. V., O. Rocha, T. Matsumura-Tundisi y J. G. Tundisi. (2002). Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62: 525-545.

Sun, W., C. Xiaa, M. Xu, J. Guo y G. Sun. (2016). Application of modified water quality indices as indicators to assess the spatial and temporal trends of water quality in the Dongjiang River. *Ecological Indicators*, 66, 306–312.

Umaña-Villalobos, G. (2010). Temporal variation of phytoplankton in a small tropical crater lake, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 58 (4): 1405-1419.

Wetzel, G.R. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Academic Press, San Diego, E.U. 1006 p.

CAPÍTULO 5

CAPACIDAD FLOCULANTE DE COAGULANTES NATURALES EN EL TRATAMIENTO DE AGUA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 03/11/2020

David Choque Quispe

Escuela Profesional de Ingeniería
Agroindustrial – UNAJMA, Andahuaylas – Perú
ORCID: 0000-0003-4002-7526

Yudith Choque Quispe

Universidad Tecnológica de los Andes, Cusco
– Perú
ORCID: 0000-0002-3690-7267

Betsy Suri Ramos Pacheco

Escuela Profesional de Ingeniería
Agroindustrial – UNAJMA, Andahuaylas – Perú
ORCID: 0000-0002-0286-0632

Aydeé Marilú Solano Reynoso

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental,
UTEA, Andahuaylas – Perú
ORCID: 0000-0002-1835-2210

Lourdes Magaly Zamalloa Puma

Escuela Profesional de Ingeniería
Agroindustrial – UNSAAC, Curso – Perú
ORCID: 0000-0001-9866-1939

Carlos Alberto Ligarda Samanez

Escuela Profesional de Ingeniería
Agroindustrial – UNAJMA, Andahuaylas – Perú
ORCID: 0000-0001-7519-8355

Fredy Taipe Pardo

Escuela Profesional de Ingeniería
Agroindustrial – UNAJMA, Andahuaylas – Perú
ORCID: 0000-0002-8234-7643

Miriam Calla Flórez

Escuela Profesional de Ingeniería
Agroindustrial – UNSAAC, Curso – Perú
ORCID: 0000-0003-0592-6454

Miluska Marina Zamalloa Puma

Escuela Profesional de Física – UNSAAC,
Curso – Perú
ORCID: 0000-0002-1334-1627

Jhuniór Félix Alonzo Lanado

Programa de posgrado - UNSAAC, Curso –
Perú
ORCID: 0000-0001-7888-860X

Yadyra Quispe Quispe

Programa de posgrado – UAC, Cusco – Perú
ORCID: 0000-0002-5232-693X

RESUMEN: La coagulación es un proceso importante en el tratamiento del agua, que incluye la remoción de especies en suspensión, mediante la adición de coagulantes químicos, cuyo uso trae desventajas asociadas a altos costos de adquisición, producción de grandes volúmenes de lodo y el hecho de que afectan el pH del agua tratada. Es así que el objetivo fue evaluar la capacidad floculante de tres variedades de Cactáceas *Echinopsis pachanoi*, *Neoraimondia arequipensis* y *Opuntia ficus* en el tratamiento de agua residual artificial. Se aplicaron dosis del 1%, 2% y 3% de coagulante de las tres variedades de Cactáceas extraídas con tres solventes, en agua residual artificial, observándose un incremento significativo ($p\text{-value} < 0.05$) para la capacidad clarificante y el porcentaje de remoción, con el

aumento de dosis de coagulante, presentando mejores resultados la variedad San Pedro. Los parámetros fisicoquímicos del agua tratada como el pH se incrementaron ligeramente de 6.61 del agua sin tratar a 7.58, mientras que la dureza y la alcalinidad no muestran diferencia significativa ($p\text{-value}>0.05$), la DBO del agua con coagulante se incrementó con el porcentaje de aplicación.

PALABRAS CLAVE: Coagulante natural, agua residual artificial, capacidad floculante.

CAPACIDADE DE FLOCULAÇÃO DE COAGULANTES NATURAIS NO TRATAMENTO DE ÁGUA

RESUMO: A coagulação é o processo importante no tratamento da água, que inclui a remoção de espécies em suspensão, por meio da adição de coagulantes químicos, cujo uso traz desvantagens associadas a altos custos de aquisição, produção de grandes volumes de lodo e ao fato de afetam o pH da água tratada. Assim, o objetivo foi avaliar a capacidade de floculação de três variedades de *Cactaceae Echinopsis pachanoi*, *Neoraimondia arequipensis* e *Opuntia ficus* no tratamento de águas residuárias artificiais. Doses de 1%, 2% e 3% de coagulante das três variedades de *Cactaceae* extraídas com três solventes foram aplicadas em efluente artificial, observando-se um aumento significativo ($p\text{-valor}<0,05$) para a capacidade de clarificação e o percentual de remoção, com o aumento da dose do coagulante, a variedade San Pedro apresentou melhores resultados. Os parâmetros físico-químicos da água tratada como o pH aumentaram ligeiramente de 6,61 da água não tratada para 7,58, enquanto a dureza e alcalinidade não mostram diferença significativa (valor $p>0,05$), o DBO da água com coagulante aumentou com a porcentagem de aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: Coagulante natural, Água residual artificial, capacidade de floculação.

CAPACITY FLOCCULANT OF NATURAL COAGULANTS IN WATER TREATMENT

ABSTRACT: Coagulation is an important process in water treatment, which includes the removal of suspended species, through the addition of chemical coagulants, whose use brings disadvantages associated with high acquisition costs, production of large volumes of sludge and the fact that affect the pH of the treated water. Thus, the aim was to evaluate the flocculating capacity of three varieties of *Cactaceae Echinopsis pachanoi*, *Neoraimondia arequipensis* and *Opuntia ficus* in the treatment of artificial wastewater. Doses of 1%, 2% and 3% of coagulant of the three varieties of *Cactaceae* extracted with three solvents were applied in artificial wastewater, observing a significant increase ($p\text{-value}<0.05$) for the clarifying capacity and the removal percentage, with the increase in the coagulant dose, the San Pedro variety presenting better results. The physicochemical parameters of the treated water such as the pH increased slightly from 6.61 of the untreated water to 7.58, while the hardness and alkalinity do not show significant difference ($p\text{-value}>0.05$), the BOD of the water with coagulant increased with the application percentage.

KEYWORDS: Natural coagulant, artificial wastewater, flocculant capacity.

1 | INTRODUCCIÓN

El agua potable debe presentar características de calidad como libre de turbidez, de color y de sabor perceptibles, así como otros parámetros regulados de acuerdo a las normativas de los países. Las aguas naturales raramente son de calidad satisfactoria para el consumo humano o el uso industrial y casi siempre deben ser tratadas (KIELY, 1999).

La coagulación, se define como la adición de sustancias químicas y la provisión de mezcla, para que las partículas y algunos contaminantes disueltos se aglutinen en partículas más grandes que se puedan retirar mediante procesos de remoción de sólidos (DEMPSEY, 2006), el proceso fisicoquímico de coagulación logra desestabilizar partículas coloidales, precipitar y agrupar sólidos suspendidos, facilitando la extracción por medio de la formación de flocs (INCHAUSTI *et al.*, 2014), removiendo partículas coloidales y suspendidas del agua, reduciendo la turbidez, el color y en menor medida las bacterias (GARCÍA, 2005).

Su aplicación incluye la adición de coagulantes químicos convencionales; sin embargo, existen desventajas asociadas al uso de estos coagulantes, como altos costos de adquisición, producción de grandes volúmenes de lodo y el hecho que afectan significativamente el pH del agua tratada (YIN, 2010; HAAROFF y CLEASBY, 1988).

El coagulante más usado es el sulfato de aluminio, el cual presenta muy buenos resultados en cuanto a la remoción de contaminantes, sin embargo, el impacto económico y medioambiental debido a su uso es muy alto. Además, su uso genera grandes cantidades de lodos de desecho, los cuales son difíciles de tratar (DONATO *et al.*, 2006), por otra parte los lodos remanentes generan tierras inertes no aptas para algún cultivo; los altos niveles de aluminio remanente en las aguas tratadas ponen en riesgo la salud pública debido que grandes cantidades pueden ser causantes del síndrome de Alzheimer (FLATEN, 2001), lo cual ha sido demostrado en investigaciones médicas realizadas en Inglaterra, donde se ha encontrado que el riesgo de contraer esta enfermedad es 1,5 veces mayor en aquellos sitios donde las concentraciones de aluminio en el agua exceden los 0,110 mg/L (GONZÁLEZ *et al.*, 1991).

El uso de coagulantes naturales extraídos de plantas, para el tratamiento de aguas data de varios milenios (SANGHI *et al.*, 2002) y, continuamente se hacen estudios que permiten identificar la potencialidad de distintas plantas para este propósito, y que permitan disminuir el uso de sustancias químicas sintéticas, así como la producción de lodos biodegradables.

Las cactáceas constituyen una de las familias botánicas más abundantes en el Perú, encontrándose en todos los pisos altitudinales, en una gran cantidad de variedades. Es así que desde tiempos remotos las cactáceas han sido importantes y han estado ligadas a una gran cantidad de culturas y pueblos latinoamericanos, en muchas partes del mundo se hace uso de estas de muy distintas maneras y aplicaciones como la clarificación de aguas, como polímero natural.

Estos polímeros son complejos en su composición química, están constituidos principalmente por varios tipos de polisacáridos y proteínas. Algunos de ellos tienen propiedades coagulantes o floculantes y en muchos lugares son usados en forma empírica para aclarar el agua turbia con resultados satisfactorios.

Una de las cactáceas que más ampliamente se ha usado en la coagulación es el género *Opuntia* (familia de las Cactaceae), se caracteriza por la producción de un hidrocoloide, conocido como mucílago, que forma redes moleculares que retiene grandes cantidades de agua (SAAG *et al.*, 1975), es una sustancia polimérica compleja de naturaleza glucídica, con una estructura altamente ramificada (MATSUHIRO *et al.*, 2006), que contiene proporciones variables de L-arabinosa, D-galactosa, L-ramnosa y D-xilosa, así como ácido galacturónico en diferentes proporciones (TRACHTENBERG y MAYER, 1981). Otra cactácea que presenta propiedades coagulantes es el *Echinopsis pachanoi*, que tiene como nombre común “San Pedro” en algunas zonas del Perú, así como la *Neoraimondia arequipensis*, que recibe el nombre común de Ulluquite, no se sabe realmente si tiene o no relación con las conocidas Puyas de Raimondi, que crecen en diversas partes del Perú incluido el altiplano peruano-boliviano.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Preparación del agua artificial

Se preparó una solución madre disolviendo 25 g de caolín ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en 500 mL de agua destilada que se homogenizó por 30 minutos de forma manual, la disolución se dejó reposar por 24 horas, en seguida se tomaron 6 litros de agua potable y se adicionó 30 mL de disolución madre de caolín

2.2 Extracción de coagulante natural

Se adaptó y modificó el método propuesto por Dujardin *et al.* (1985), se colectaron muestras de cada una de las cactáceas, a las cuales debieron eliminarse completamente sus espinos, posteriormente se cortaron en trozos pequeños y se licuaron a alta velocidad con agua destilada en una relación 1:1, luego de la molienda fina, se procedió a tamizarlo en una malla de 1000 micras, a fin de eliminar la fibra y obtener únicamente el mucilago (zumo filtrado). En seguida se realizó una extracción líquido - líquido del zumo filtrado, con un medio solvente en relación 1 de zumo: 2 de solvente de acuerdo a la Tabla 1. Posteriormente se realizaron tantos cambios de solvente como sea necesario hasta la eliminación del color, en seguida el precipitado se secó a temperatura ambiente. Ya seca la muestra se molió finamente y en seguida se tamizó en una malla de 300 micras, obteniéndose un polvo fino y cristalizado de coagulante.

Variable de entrada			Variable de salida
Variedad	Tratamiento	Tipos de solvente	
<i>Echinopsis pachanoi</i> (San pedro)	T1	Etanol al 96%	R1
	T2	NaCl 0,25M	R2
	T3	Agua	R3
<i>Neoraimondia arequipensis</i> (Ulluquite)	T1	Etanol al 96%	R4
	T2	NaCl 0,25M	R5
	T3	Agua	R6
<i>Opuntia ficus</i> (Tuna)	T1	Etanol al 96%	R7
	T2	NaCl 0,25M	R8
	T3	Agua	R9

Ri, respuesta numérica de la variable de respuesta "i"

Tabla 1. Matriz de diseño experimental

2.3 Actividad floculante - AF

Se adaptó la metodología utilizada por SÁNCHEZ y UNTIVEROS (2004), se vertió 0.25 mL de solución de coagulante natural al 1%, 4.50 ml de suspensión de caolín y 0.25 mL de solución de hierro (III) al 1% en un tubo de ensayo y con ayuda de un Vortex se homogenizo por 15 segundos y se reposo por 5 min. Se retiró dos y medio mL del sobrenadante cuidadosamente de la parte superior del tubo de ensayo con una pipeta y se midió la absorbancia a 550 nm (A). y un control (B). La actividad floculante se calculó utilizando la ecuación (1). La prueba se repitió con coagulante natural al 2% y 3%.

$$AF = \frac{1}{A} + \frac{1}{B} \text{ ec. (1)}$$

2.4 Evaluación del porcentaje de remoción

La eficiencia del proceso se determinó mediante el porcentaje de remoción (%R) de turbidez de acuerdo a la ecuación (02) (YAGUAL y TORRES, 2012).

$$\%R = \frac{Turbidez_{inic} - Turbidez_{fin}}{Turbidez_{inic}} * 100 \text{ ec. (02)}$$

2.5 Evaluación de las características fisicoquímicas

Se realizó la caracterización de los parámetros de calidad del agua tratada, tales como: pH, Alcalinidad total, Dureza total y DBO (APHA, 1998).

3 I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El coagulante de la variedad *Echinopsis pachanoi* extraído con etanol muestra mayor actividad floculante (Tabla 2), asimismo se parecía que la actividad floculante aumenta con el incremento de la concentración de coagulante en el agua residual artificial para todos los casos, Sánchez y Untiveros (2004) encontraron un valor de 36.54% para la actividad floculante de la pectina con concentración de 30 ppm (0.003%) en agua residual artificial formulada con caolín y hierro (III), y 10.53% en agua residual artificial formulada con caolín y cromo (III), aunque en ambos casos existe un descenso de la actividad floculante con el incremento de concentración de pectina.

Solución coagulante (%)	Actividad floculante (%)								
	Etanol			NaCl			Agua		
	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s
1	47.394 ^a	\pm	0.460	44.878 ^e	\pm	0.722	44.277 ^e	\pm	0.302
2	48.399 ^b	\pm	0.188	46.584 ^d	\pm	0.480	45.237 ^f	\pm	0.307
3	48.580 ^b	\pm	0.063	46.756 ^d	\pm	0.399	45.266 ^f	\pm	0.271

Donde: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar

*Las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test Tukey, con $\alpha = 5\%$

Tabla 2. Actividad Floculante del coagulante de la variedad *Echinopsis pachanoi*

El coagulante de la variedad *Neoraimondia arequipensis* así como la variedad *Opuntia ficus* presentan mejores actividades floculantes cuando son extraídos con etanol (Tabla 3 y 4).

Solución coagulante (%)	Actividad floculante (%)								
	Etanol			NaCl			Agua		
	\bar{x}	\pm	S	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s
1	28.407 ^a	\pm	0.944	27.624 ^e	\pm	1.121	27.093 ^d	\pm	0.460
2	30.355 ^b	\pm	0.114	27.666 ^e	\pm	0.251	27.620 ^d	\pm	0.245
3	30.382 ^b	\pm	0.114	27.733 ^e	\pm	0.070	27.640 ^d	\pm	0.107

Donde: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar-

*Las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test Tukey, con $\alpha = 5\%$

Tabla 3. Actividad Floculante del coagulante *Neoraimondia arequipensis*

Solución coagulante (%)	Actividad floculante (%)								
	Etanol			NaCl			Agua		
	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s
1	46.128 ^a	\pm	0.390	44.279 ^b	\pm	0.544	42.653 ^d	\pm	0.337
2	46.408 ^a	\pm	0.114	45.066 ^{b,c}	\pm	0.156	43.694 ^e	\pm	0.245
3	46.475 ^a	\pm	0.219	45.197 ^c	\pm	0.213	44.051 ^e	\pm	0.265

Donde: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar

*Las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test Tukey, con $\alpha = 5\%$

Tabla 4. Actividad Floculante del coagulante *Opuntia ficus*

Por otra parte, el coagulante de la variedad *Echinopsis pachanoi* extraída con el solvente etanol presenta mejor porcentaje de remoción (Tabla 5), aunque en todos los casos es mayor al 99%, incrementándose con el porcentaje de aplicación de los coagulantes, similares resultados se reportaron para el coagulante extraído de la *Neoraimondia arequipensis* (Tabla 6) y del coagulante extraído de la *Opuntia ficus* (Tabla 7).

Solución coagulante (%)	Porcentaje de remoción (%)								
	Etanol			NaCl			Agua		
	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s
1	99.213 ^a	\pm	0.059	99.099 ^c	\pm	0.100	98.938 ^d	\pm	0.055
2	99.305 ^{a,b}	\pm	0.060	99.215 ^c	\pm	0.057	99.157 ^e	\pm	0.061
3	99.443 ^b	\pm	0.060	99.247 ^c	\pm	0.061	99.224 ^e	\pm	0.059

Donde: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar.

*Las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test Tukey, con $\alpha = 5\%$

Tabla 5. Porcentaje de remoción del coagulante de la variedad *Echinopsis pachanoi*

Solución coagulante (%)	Porcentaje de remoción (%)								
	Etanol			NaCl			Agua		
	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s
1	92.636 ^a	\pm	0.326	92.098 ^b	\pm	0.222	91.435 ^c	\pm	0.182
2	92.785 ^a	\pm	0.180	92.230 ^b	\pm	0.106	92.012 ^d	\pm	0.124
3	92.777 ^a	\pm	0.091	92.301 ^b	\pm	0.087	92.143 ^d	\pm	0.143

Donde: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar.

*Las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test Tukey, con $\alpha = 5\%$

Tabla 6. Porcentaje de remoción del coagulante de la variedad *Neoraimondia arequipensis*

Solución coagulante (%)	Porcentaje de remoción (%)								
	Etanol			NaCl			Agua		
	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s
1	99.020 ^a	\pm	0.152	98.573 ^b	\pm	0.062	98.695 ^c	\pm	0.202
2	99.114 ^a	\pm	0.180	98.661 ^b	\pm	0.054	98.872 ^c	\pm	0.124
3	99.147 ^a	\pm	0.058	98.685 ^b	\pm	0.200	98.934 ^c	\pm	0.056

Donde: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar

*Las letras iguales significan que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test Tukey, con $\alpha = 5\%$

Tabla 7. Porcentaje de remoción del coagulante de la variedad *Opuntia ficus*

En general los coagulantes de las Cactáceas en estudio extraídos con etanol presentan mejor porcentaje de remoción de sólidos, y de estos la variedad *Echinopsis pachanoi* presenta resultados mayores al 99%, Yagual y Torres (2012) encontraron porcentajes de remoción entre 95 % a 99.6 % para muestras de agua de río cuando utilizó coagulantes como Sulfato de Aluminio, Floculante Praestol 650 TR y Floculante Químico Artesanal, Quirós et al. (2010), encontraron una remoción de sólidos del 83% cuando utilizo Moringa como coagulante natural a 400 ppm, asimismo encontró un porcentaje de remoción que va de 20% a 100% cuando utilizo quitosano como coagulante, para la tuna *Cactus lefaria* el porcentaje de remoción estuvo entre 94% a 100% para dosis de mínimas de 45 ppm y máximas de 180 ppm en todos los casos agregando CaO, mientras al agregar Sulfato de Aluminio a 12 ppm logró remociones de sólidos hasta del 92% cuando se aplicó 22.5 ppm de coagulante de tuna *Cactus lefaria*.

Se reportaron dosis óptimas de *Opuntia ficus* en el rango de 10 a 20 mg/l que remueven entre 80 a 90% de sólidos (Martínez et al., 2003), mientras que Quirós et al. (2010) encontraron dosis de 45 mg/l, Sciban et al. (2009) encontraron porcentajes de remoción que van del 70% a 80% para coagulantes naturales procedentes de semillas de castaño y bellota de algunas variedades de *Fagaceae* como el roble común y castaña Europea, asimismo Bratskaya et al. (2004) encontraron porcentajes del 68% a 90% de remoción cuando aplico coagulante natural de mucilago de *Plantago psyllium*. Qudsieh et al. (2008) sintetizaron un copolímero coagulante de poliacrilamida combinado con almidón de *Metroxylum sagu*, un material extraído de una palma asiática, el estudio demostró una alta remoción de turbiedad del 97 % en soluciones estándar de caolinita.

Almendárez (2004), comprobó la efectividad de coagulación de un polímero natural extraído de las pencas de *Opuntia cochinellifera* (planta nativa de Centroamérica) en aguas superficiales, Solís et al. (2012) propusieron la mezcla de un polímero natural basado en almidón extraído de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con sulfato de aluminio comercial,

comparando la eficiencia de remoción de partículas suspendidas con la eficiencia alcanzada con solamente sulfato de aluminio grado comercial, logrando rendimientos de remoción del 97.9 % a 98.7% para agua superficial de un río.

El pH inicial de 6.61 se incrementa en todas las aguas tratadas con los diferentes coagulantes naturales (Tabla 8), Vazquez (1994) mostró una ligera disminución del pH de 7.46 del agua residual inicial a pH 7.43 del agua tratada con variedades de Opuntia, Yagual t Torres, (2012) observaron una disminución considerable del pH del agua del rio de 6.7 hasta 5.2 al aplicar coagulante floculante químico artesanal, por otra parte Solís et al. (2012) evidenciaron que el pH del agua tratada con mezclas de coagulantes de almidón de yuca y Sulfato de Aluminio no vario significativamente presentando tendencias menos acidas hasta 6.7 desde un valor inicial dela gua sin tratar de 6.9, Miranda *et al.* (2012) al tratar aguas residuales mineras con una mezcla de coagulantes Cal – Kollpa (alumbre del Altiplano) mostro un incremento del pH de 5.83 a 7.87.

Variedad	Solución coagulante (%)	pH									
		Etanol			NaCl			Agua			p-value*
		\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	
Echinopsis pachanoi (San pedro)	1	6.98	\pm	0.04	7.34	\pm	0.03	7.33	\pm	0.02	0.000
	2	7.25	\pm	0.02	7.56	\pm	0.04	7.37	\pm	0.01	0.000
	3	7.28	\pm	0.01	7.58	\pm	0.02	7.37	\pm	0.01	0.000
	p-value*	0.0000			0.0002			0.0052			
Neoraimondia arequipensis (Ulluquite)	1	6.75	\pm	0.03	7.32	\pm	0.01	7.26	\pm	0.04	0.000
	2	6.93	\pm	0.04	7.48	\pm	0.02	7.32	\pm	0.01	0.000
	3	7.02	\pm	0.01	7.51	\pm	0.01	7.33	\pm	0.02	0.000
	p-value*	0.0001			0.0000			0.0206			
Opuntia ficus (Tuna)	1	6.68	\pm	0.03	7.21	\pm	0.02	7.19	\pm	0.03	0.000
	2	6.90	\pm	0.02	7.32	\pm	0.02	7.25	\pm	0.01	0.000
	3	6.96	\pm	0.02	7.33	\pm	0.01	7.26	\pm	0.01	0.000
	p-value*	0.0000			0.0001			0.0100			

pH inicial = 6.61 (agua artificial)

Donde: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar

*Evaluado a un nivel de significancia del 5%

Tabla 8. pH del agua tratada con los coagulantes naturales

En cuanto a la dureza del agua residual artificial al someterlas a los diferentes tratamientos de coagulación con los coagulantes naturales se aprecia un aumento no significativo ($p\text{-value} > 0.05$) con el incremento del porcentaje coagulante natural extraído

(Tabla 9), aunque para el caso del agua tratada con porcentajes del 1%, 2% y 3% de coagulante de *Echinopsis pachanoi* extraído con etanol se observa un ligero incremento, este no es significativo ($p\text{-value} = 0.0870$). Vazquez (1994), reportó que la dureza del agua artificial tratada con una mezcla de coagulantes de Sulfato de Aluminio y *Opuntia L.* disminuye ligeramente la dureza de 200 ppm de CaCO_3 a 196 ppm de CaCO_3 , [26] mostraron un incremento de 692.0 a 942.0 ppm de CaCO_3 al tratar aguas residuales mineras con una mezcla de coagulantes de Cal y Kollpa (Alumbre del Altiplano), mientras que el mismo autor para el coagulante Sulfato ferroso y Cal disminuye la dureza de 1122.0 a 293.0 ppm de CaCO_3 .

Variedad	Solución coagulante (%)	Dureza (ppm CaCO_3)									$p\text{-value}^*$
		Etanol			NaCl			Agua			
		\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	
<i>Echinopsis pachanoi</i> (San pedro)	1	266.3	\pm	1.5	268.3	\pm	0.6	269.0	\pm	1.0	0.0585
	2	268.0	\pm	1.0	269.0	\pm	1.0	269.0	\pm	1.0	0.4219
	3	269.0	\pm	1.0	269.0	\pm	1.7	269.3	\pm	0.6	0.9269
	$p\text{-value}^*$	0.0870			0.7461			0.8697			
<i>Neoraimondia arequipensis</i> (Ulluquite)	1	262.0	\pm	1.0	269.3	\pm	1.5	261.7	\pm	1.5	0.0008
	2	263.7	\pm	0.6	272.3	\pm	1.5	262.7	\pm	1.2	0.0001
	3	263.7	\pm	1.5	272.3	\pm	0.6	264.3	\pm	0.6	0.0001
	$p\text{-value}^*$	0.2282			0.0456			0.0760			
<i>Opuntia ficus</i> (Tuna)	1	269.3	\pm	1.2	266.3	\pm	1.5	272.0	\pm	1.7	0.0102
	2	270.7	\pm	0.6	267.3	\pm	0.6	273.7	\pm	0.6	0.0000
	3	271.0	\pm	1.0	268.3	\pm	0.6	273.7	\pm	0.6	0.0004
	$p\text{-value}^*$	0.1517			0.1250			0.1842			

Dureza inicial = 260 ppm

Donde: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar

*Evaluado a un nivel de significancia del 5%

Tabla 9. Dureza del agua tratada con los coagulantes naturales

Variedad	Solución coagulante (%)	DBO (mg/l)									$p\text{-value}^*$
		Etanol			NaCl			Agua			
		\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	\bar{x}	\pm	s	
<i>Echinopsis pachanoi</i> (San pedro)	1	2.41	\pm	0.10	1.24	\pm	0.11	2.26	\pm	0.02	0.0000
	2	2.65	\pm	0.04	1.58	\pm	0.06	2.46	\pm	0.05	0.0000
	3	2.72	\pm	0.04	1.70	\pm	0.04	2.49	\pm	0.07	0.0000
	$p\text{-value}^*$	0.0028			0.0007			0.0033			

<i>Neoraimondia arequipensis</i> (Ulluquite)	1	3.08	±	0.02	2.27	±	0.06	1.54	±	0.03	0.0000
	2	3.32	±	0.02	2.56	±	0.09	1.70	±	0.05	0.0000
	3	3.34	±	0.03	2.69	±	0.04	1.79	±	0.02	0.0000
	<i>p-value*</i>	0.0000			0.0007			0.0004			
<i>Opuntia ficus</i> (Tuna)	1	3.35	±	0.11	1.29	±	0.02	1.45	±	0.06	0.0000
	2	3.64	±	0.11	1.47	±	0.05	1.54	±	0.05	0.0000
	3	3.66	±	0.05	1.58	±	0.05	1.67	±	0.06	0.0000
	<i>p-value*</i>	0.0116			0.0006			0.0067			
DBO agua artificial= 0.57 mg/l											

Donde: \bar{x} es la media; s es la desviación estándar

*Evaluado a un nivel de significancia del 5%

Tabla 10. DBO del agua tratada con los coagulantes naturales

La DBO que origina los coagulantes naturales de las distintas variedades de Cactáceas extraídas con diferentes solventes y aplicados en diferentes porcentajes al agua artificial, en ella se aprecia que los coagulantes de las tres variedades extraídos con etanol proporcionan mayor DBO en el agua artificial (Tabla 10), este hecho se debe a que estos coagulantes presentan mayor contenido de proteínas y sacarosa, este hecho es considerado por Ramos (2006) indica que las proteínas contienen nitrógeno, de manera que también ejercen una demanda de oxígeno nitrogenada, y que toda la materia orgánica biodegradable contenida en una muestra de agua será oxidada a CO_2 y H_2O por microorganismos que usan el oxígeno molecular.

4 | CONCLUSIONES

La capacidad clarificante de los tres coagulantes naturales muestran un incremento significativo ($p\text{-value} < 0.05$) con el aumento de la dosis de coagulante del 1% al 3%, así el coagulante procedente de la variedad *Echinopsis pachanoi* presenta mejores resultados para la Actividad Floculante y porcentaje de Remoción alcanzando valores de $48.580 \pm 0.063\%$ y $99.329 \pm 0.060\%$ respectivamente, cuando es extraído con el solvente etanol. Los parámetros fisicoquímicos del agua residual artificial tratada con los tres coagulante naturales extraídos con los diferentes solventes, como el pH muestran diferencia significativa, incrementándose ligeramente de 6.61 del agua sin tratar a 7.58, mientras que la dureza y la alcalinidad no muestran diferencia significativa ($p\text{-value} > 0.05$), por otra parte la DBO del agua residual artificial tratada muestra diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$) incrementándose con el porcentaje de aplicación del coagulante de 0.57 mg O_2/l inicial hasta valores de 3.66 ± 0.05 mg O_2/l .

REFERENCIAS

ALMENDÁREZ, N. Comprobación de la efectividad del coagulante (cochifloc) en aguas del lago de Managua "Piedras Azules". **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 5, n. 1, p. 46-54, 2004.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20. ed. Washington: APHA, 1998.

BRATSKAYA, S.; SCHWARZ, S.; CHERVONETSKY, D. Comparative study of humic acids flocculation with chitosan hydrochloride and chitosan glutamate. **Water Research**, v. 38, p. 2955–2961, 2004.

DEMPSEY, B. Coagulant characteristics and reactions. En: Newcombe, G.; Dixon, D. (Eds.) *Interface Science in Drinking Water Treatment: Theory and Applications*. Arthur Hubbard (Series Editor), **Interface Science and Technology**, v. 10, p. 5-8, 2006.

DONATO, N.; NAVARRO, R.; ÁVILA, M.; MENDIZÁBAL. Obtención de sulfato de quitosano y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de suspensiones coloidales aniónicas de caolinita. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 7, n. (3), p. 145-161, 2006.

DUJARDIN, E.; LASZIO, P.; SACKS, D. (1985). The chlorophylls. An experiment in bio-inorganic chemistry. **Journal of chemical education**, v. 52, p. 742-748, 1975.

FLATEN, T.P. Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water. **Brain Res.**, v. 55, p. 187-196, 2001.

GARCÍA, S. A. Estudio de la eficiencia de eliminación de radionúclidos naturales en procesos compatibles con el de potabilización de aguas, Tesis de grado, Universidad de Extremadura, España, 2005.

GONZÁLEZ, M.; HERNÁNDEZ, C.; KAEHLER, J. Determinación de aluminio en el agua potable de Valencia y localidades cercanas, Tesis de grado, Departamento de Química, Universidad de Carabobo, 1991.

HAAROFF, J.; CLEASBY, J. Comparing aluminum and iron coagulants for in line filtration of cold waters. **J. Am. Water Works Assoc.**, v. 80, p. 168-175, 1988.

INCHAUSTI, I.; SASIA, P.; KATIME, I. Floculantes poliméricos no iónicos obtenidos en emulsión inversa: Síntesis y caracterización (2014). Disponible en: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/publicados/inchausti.pdf>.

KIELY, G. Ingeniería ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Vol. II. España. McGraw-Hill, 1999.

MARTÍNEZ, D.; CHÁVEZ, M.; DÍAZ, A.; CHACÍN, E.; FERNÁNDEZ, N. Eficiencia del cactus lefaria para su uso como coagulante en la clarificación de aguas. **Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia.**, v. 26, n. 1, p. 27-33, 2003.

MATSUHIRO, B.; LILLO, L.; SÁENZ, C.; URZÚA, C.; ZÁRATE, O. Chemical characterization of the mucilage from fruits of *Opuntia ficus indica*. **Carbohydrate Polymer**, v. 63, n. 2, p. 263–267, 2006.

MIRANDA, R.; TTITO, S.; PALACIOS, R.; ALVAREZ, A. Tratamiento de aguas residuales minero metalúrgico por floculación y sedimentación con uso de floculantes naturales mejorados, Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Química Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Perú. 2012.

QUDSIEH, I.Y.; FAKHRU, L.; RAZI, A.; KABBASHI, N.A.; MIRGHANI, M.E.S.; FANDI, K.G.; ALAM, M.Z.; MUYIBI, S.A.; NASEF, M.M. Preparation and characterization of a new coagulant based on the sago starch biopolymer and its application in water turbidity removal. **J. Appl. Polymer Sci.**, v. 109, n. 5, p. 3140-3147, 2008.

QUIRÓS, N.; VARGAS, M.; JIMÉNEZ, J. Desarrollo de coagulantes y floculantes para la remoción del color en aguas de consumo humano; el río Humo, reserva forestal río Macho. Centro de Investigación en protección ambiental. Instituto tecnológico de Costa Rica. 2010.

RAMOS, F.J. Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del puerto de San José, Tesis de posgrado, Departamento de Escuintla. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Química. 2006.

SAAG, L.; SANDERSON, G.; MOYNA, P.; RAMOS, G. Cactasea mucilage composition. **J. Sci. Food Agr.**, v. 26, n. 7, p. 993-1000, 1975.

SÁNCHEZ, S.; UNTIVEROS, G. Determinación de la actividad floculante de la pectina en soluciones de hierro (III) y cromo (III). **Rev. Soc. Quím. Perú.**, v. 70, n. 4, p. 201-208, 2004.

SANGHI, R.; BHATTACHARYA, B.; SINGH, V. Cassia angustifolia seed gum as an effective natural coagulant for decolourisation of dye solutions. **Green Chem.**, v. 4, n. 3, p. 252-254, 2002.

SCIBAN, M.; KLASNJA, M.; ANTOV, M.; SKRBIC, B. Removal of water turbidity by natural coagulants obtained from chestnut and acorn. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 24, p. 6639 – 6643, 2009.

SOLÍS, R; LAINES, J; HERNÁNDEZ J. Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales, Tesis de grado, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco México. 2012.

TRACHTENBERG, S.H.; MAYER, A. Calcium oxalate crystals in *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.: development and relation to mucilage cells— A Stereological analysis. **Protoplasma**, v. 109, p. 271-283, 1981.

VAZQUEZ, O. Extracción de coagulantes naturales del nopal y aplicación en la clarificación de aguas superficiales. Tesis de posgrado. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 1994.

YAGUAL, M.G.; TORRES, F. Análisis comparativo del proceso de floculación-coagulación en la potabilización de agua de río, usando como fuente de captación el Río Daule y el Río Babahoyo en la Provincia del Guayas. Tesis de grado Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales, ESPOL. Guayaquil, Ecuador. 2012.

YIN, C.Y. Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. **Process Biochem**, v. 45, n. 9, p. 1437-1444, 2010.

REMOÇÃO DE NITROGÊNIO DE ÁGUAS RESIDUAIS PROVENIENTES DE MATADOUROS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

María Mayola Giselle Galván Mondragón

Centro de Investigación y Desarrollo
Tecnológico en Electroquímica (Cideteq),
Ingeniería Ambiental, Posgrado.
Sanfandila, Pedro Escobedo, Querétaro,
México.

<https://orcid.org/0000-0001-5228-5237>

Adrián Rodríguez García

Centro de Investigación y Desarrollo
Tecnológico en Electroquímica (Cideteq),
Ingeniería Ambiental, Ciencia.
Sanfandila, Pedro Escobedo, Querétaro,
México.

<https://orcid.org/0000-0002-8936-7663>

RESUMEN: La contaminación del agua, ha sido un tema de suma importancia que ha incrementado con el pasar del tiempo, debido a las descargas de aguas residuales sin tratar, provenientes de industrias, hogares y comercios. En esta ocasión hablaremos de una industria que realiza descargas de altas cargas, es decir, aguas residuales de altas concentraciones de materia orgánica, nutrientes, proteínas, grasas, etc., los rastros y/o casas de matanza. En el texto se detalla la caracterización del efluente de una manera general, la eliminación de materia orgánica y la eliminación de nitrógeno, con los procesos que han sido utilizados a lo largo del tiempo y el nuevo descubrimiento, un proceso conocido como anammox. Un proceso que acorta

el ciclo del nitrógeno, permitiendo así ahorros energéticos, tiene una tasa de crecimiento baja (0.066 mol C/ mol Amonio), reduce las emisiones de CO₂, y la eliminación del nitrógeno es más rápida que en otros procesos, además de que, al no requerir de materia orgánica, esta puede ser destinadas a la producción de biocombustibles como el biogás.

PALABRAS CLAVE: Rastros, Casas de Matanza, Nitrógeno, Anammox, Aguas Residuales.

REMOVAL OF NITROGEN FROM SLAUGHTERHOUSES WASTEWATER

ABSTRACT: Water pollution has been a very important issue that has increased over time, due to industries, homes, and businesses dischargers wastewater without treatment. On this occasion we will talk about an industry that discharges high loads, that is, wastewater with high concentrations of organic matter, nutrients, proteins, fats, etc., the slaughterhouses. The text details the characterization of the effluent in a general way, the removal of organic matter and the removal of nitrogen, with the processes that have been used over time and a new discovery, a process known as anammox. A process that shortens the nitrogen cycle, thus allowing energy savings, has a low growth rate (0.066 mol C / mol Ammonium), reduces CO₂ emissions, and nitrogen removal is faster than in other processes, in addition to that, as it does not require organic matter, it can be used for the production of biofuels such as biogas

KEYWORDS: Slaughterhouses, Wastewater, Nitrogen, Anammox, UASB.

1 | INTRODUCCIÓN

Como es bien sabido un agua residual, es cualquier tipo de agua a la que se le ha visto afectada su calidad, es decir, aquella que ha sido contaminada con un agente externo antropogénico y por lo tanto han cambiado sus características. Algunos de los principales contaminantes son: plásticos, sustancias químicas tóxicas, fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, derrames de petróleo, entre otras. Estos contaminantes pueden acarrear un desequilibrio ecológico, ya sea muerte de flora y/o fauna, cambios físicos y químicos en el cuerpo de agua, así como daños en la salud humana.

En esta ocasión nos enfocaremos a las aguas residuales que proviene de una industria que se dedica al sacrificio de animales, y en algunos casos (Rastros tipo TIF) también a su envasado y empaçado, estamos hablando de los rastros y/o casas de matanza.

1.1 Rastros en México

En México, se cuentan con diferentes tipos de establecimientos dedicados a la matanza, estos pueden ser rastros TIF (Tipo Inspección Federal), es decir, que cuentan con certificación por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), lo cual quiere decir que cuentan con las más estrictas Normas Internacionales de Calidad e Higiene. Cuenta con instalaciones y maquinaria especializada, de costos elevados, por lo que se logra un mejor aprovechamiento de la carne, lo cual logra obtener un producto de mejor calidad y menor coste.

Otro tipo de rastro es el conocido como Rastro TSS, o mejor conocido como rastros municipales, donde la inspección sanitaria de la carne se lleva a cabo por la Secretaría de Salud, los procedimientos son simples, con equipamiento elemental.

Y por último tenemos los rastros clandestinos, considerados como lugares de matanza cruel e insalubre, donde no se tiene condiciones de sanidad, convirtiéndose en una gran y constante amenaza para la salud pública, con un número indeterminado de establecimientos de este tipo.

En la República Mexicana, hasta el año 2020, contamos con un total de 466 rastros TIF (DIRECCIÓN GENERAL DE INOCUIDAD AGROALIMENTARIA, 2020), y 861 rastros Municipales (Servicio Nacional de Sanidad, 2020). Donde se sacrificaron en el año 2019, 1,846,202 cabezas de ganado bovino, 5,108,579 porcinas, 121,318 ovinas y 41,700 caprinas ((INEGI), 2020).

1.2 Agua residual de rastros

Dentro del proceso de faenado se obtiene la carne para consumo, pero también se generan una gran cantidad de residuos, como lo son: vísceras, pelo, pezuñas, cuerno, contenido ruminal e intestinal, sangre, agua de lavado y carne de rechazo. En algunos casos, estos desechos son dispuestos de manera correcta, sin embargo, en la mayoría

de los rastros, son desechados directamente al alcantarillado, provocando impactos ambientales

Las aguas residuales que provienen de este tipo de establecimientos contienen altas cargas de materia orgánica y nutrientes, su contenido principal es el siguiente: grasas, pelo, sangre, rumen, vísceras, orina y estiércol. Además de carne de desecho y agua del lavado de animales, camionetas y corrales. Esto lo podemos traducir en: compuestos químicos orgánicos, bionutrientes y contaminantes físicos (temperatura en el agua de desecho en el proceso de escaldado, 75°).

Esto se puede caracterizar en un laboratorio con los siguientes parámetros:

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN (mg/L)
DQO	500 – 15,900
DBO	150 – 4,635
SST	270 – 6,400
PT	25 – 200
NT	50 – 841
pH	6.8 – 7.8*

*unidades de pH,

DQO: Determinación Química de Oxígeno, DBO: Determinación Biológica de Oxígeno, SST: Sólidos Suspendidos Totales, PT: Fósforo Total, NT: Nitrógeno Total, pH: Potencial de Hidrogeno.

Tabla 1. Concentraciones promedio por parámetro en efluentes de rastro. (Bustillo Lecompte & Mehrvar, 2015)

Los contaminantes antes mencionados, causan impactos significativos al no ser tratados y descargados a cuerpos de agua la materia orgánica al llegar a un cuerpo de agua provoca una reducción o desaparición de oxígeno disuelto, esto es debido a la metabolización de la materia orgánica por las bacterias presentes.

En el caso del Nitrógeno, al estar presente en este tipo de aguas en forma orgánica, ya sea como una proteína o urea, por medio de hidrolisis forma amonio, pasando a ser un compuesto tóxico y de alta demanda de oxígeno, además de causar un fenómeno conocido como eutrofización, el cual consiste en un crecimiento excesivo de organismos vegetales, que impide el paso de luz a los organismos que se encuentran en el fondo, lo que va causando la muerte de diversas especies, haciendo que las bacterias encargadas de la descomposición agoten el oxígeno, que al no ser suficiente la biomasa se acumule en el fondo.

2 I ELIMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

Existe una gran variedad de procesos para remover materia orgánica de efluentes, estos pueden ser físicos, químicos o biológicos.

Los procesos físicos los podemos observar en su mayoría en los pretratamientos, en este caso se podría aplicar un desbaste que consiste en rejas o tamices donde se eliminaran los sólidos gruesos; desarenado y desengrasado. Estos tratamientos además de permitirnos remover un cierto porcentaje de materia orgánica evitan problemas de desgaste o taponamientos en equipos de las siguientes etapas.

Un ejemplo de tratamiento químico para la eliminación de materia orgánica es la coagulación-floculación, en este proceso se añade un coagulante, para crear la atracción entre partículas en suspensión, esta mezcla se mantiene en agitación para facilitar la formación de flóculos, posteriormente se deja en reposo para facilitar la sedimentación de estos.

Sin embargo, la mayoría de los procesos químicos necesitan de inversión en equipos y reactivos adicionales, volviéndolos procesos de altos costos y que requieren de personal capacitado para el suministro y manejo de estos, debido a la alta carga que contienen estos efluentes.

Es por esto por lo que a lo largo de los años se han buscado procesos robustos, que sean capaces de tolerar las altas cargas orgánicas y además sean de fácil manejo y costos reducidos. En esta búsqueda han surgido los procesos biológicos, destacando los procesos anaerobios, este consiste en un proceso que es realizado por grupos bacterianos que en ausencia total o parcial de oxígeno metabolizan la materia orgánica para convertirla en una mezcla de gases, en su mayoría CO_2 y metano, a lo que se le conoce como biogás, un producto de valor agregado.

Este tipo de digestión consta de cuatro etapas individuales, que son realizadas por diferentes grupos de microorganismos:

Hidrolisis: Se llevan a cabo la ruptura de enlaces covalentes en presencia de agua, pasando de compuestos orgánicos complejos (carbohidratos, proteínas, lípidos) a compuestos orgánicos simples (azúcares, alcoholes, aminoácidos, péptidos)

Acidogénesis: Los productos que fueron generados en la hidrolisis son degradados a ácidos grasos volátiles de cadena corta (propiónico, butírico, valérico)

Acetogénesis: Las bacterias acetogénica transforman los AGV en ácido acético, acetato, formiato.

Metanogénesis: Se obtiene la formación de CH_4 , H_2 , CO_2 .

La tecnología más empleada para este tipo de procesos es el reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), ya que ha demostrado ser un sistema robusto, con altas remociones, en una amplia gama de tipos de aguas residuales, fue creado por Lettinga en los años setenta, y su operación se basa en que el agua es alimentada de forma ascendente,

que favorece la formación de un manto de lodo granular, con buena sedimentación y el contacto del efluente con estos.

3 | ELIMINACIÓN DE NITRÓGENO

3.1 El nitrógeno como contaminante

Es sabido que la presencia de nitrógeno y fósforo, son benéficos para el ambiente, sin embargo, cuando se encuentra en cantidades no apropiadas, es decir, que exceden la cantidad normal del medio (20-70 mg N/L), genera daños en los ecosistemas.

Cuando las aguas residuales no son tratadas, o bien, aún contienen cantidades significativas de nutrientes, al incorporarse a cuerpos de agua, el exceso de estos, hace que la vegetación acuática crezca desmedidamente, y a su vez retiene sedimentos, lo que provoca la reducción volumétrica del cuerpo de agua, además de que el crecimiento vegetal evita el paso de la luz solar, provocando muerte de especies que necesitan de esta y agotan de manera rápida los nutrientes, reduciendo su tiempo de vida, por lo que al ser biodegradadas disminuye el oxígeno disuelto contenido en el agua, provocado así el fenómeno conocido como eutrofización, que a grandes rasgos es la aceleración del envejecimiento del cuerpo acuático.

3.2 Tecnologías tradicionales para la remoción de nitrógeno

Fisicoquímicos

Este tipo de técnica logra remociones muy altas en periodos de tiempo cortos, sin embargo, no son aplicados con la misma proporción que los sistemas biológicos, ya que tienen un mayor costo, requieren de capacitación más técnica para su aplicación, además de que algunos generan subproductos muchas veces tóxicos, que requieren de disposición especial, trasladando el problema de un lugar a otro. Entre alguno de ellos está la desorción, intercambio iónico, cloración, ozonización.

Biológicas

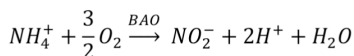
Proceso nitrificación-desnitrificación (NDN)

En el medio ambiente la forma natural de eliminar el nitrógeno es el proceso de nitrificación y desnitrificación (NDN).

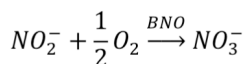
La nitrificación es llevada a cabo por bacterias autótrofas aerobias, más específicamente, bacterias quimiolitautótrofas (que usan sustancias químicas como fuente de energía), estos organismos nitrificantes los podemos clasificar en dos grandes grupos, las Bacterias Amino Oxidantes (BAO) y las Bacterias Nitrito Oxidantes (BNO). Obtienen su energía de compuestos reducidos del nitrógeno y como fuente de carbono el CO_2 disuelto y el Oxígeno como aceptor de electrones.

El proceso consta de dos etapas. La primera es la oxidación de Amonio (NH_4^+) a Nitrito (NO_2^-), proceso conocido como nitrificación, llevada a cabo por las BAO. El amonio

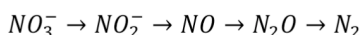
es transformado en Hidroxilamina (NH_2OH) por la enzima Amonio Mono-Oxigenasa (AMO), y por medio de la enzima Hidroxilamina Óxido-Reductasa (HAO), es convertida a nitrito, consumiendo en esta etapa, la mayor cantidad de oxígeno disuelto. La reacción de nitrificación es la siguiente:



En la segunda etapa ocurre la oxidación de Nitrito (NO_2^-) a Nitrato (NO_3^-), nitratación, que se lleva a cabo por las BNO mediante el complejo enzimático Nitrito Óxido-Reductasa (NOR).



Una vez que se ha realizado el proceso de Nitrificación, el nitrato producido es reducido mediante un proceso heterotrófico y anóxico, denominado desnitrificación, realizado por diferentes enzimas. Los géneros más comunes de bacterias desnitrificantes son: Alcaligenes, Paracoccus, Pseudomonas, Thiobacillus y Thiosphaera, entre otros. (López Castillo, 2008)



En base a este proceso se desarrollaron tecnologías para el tratamiento de aguas, sin embargo, al tener un alto costo de operación, ya que es necesario airear el efluente para lograr la nitrificación y al necesitar suficiente carga orgánica, se adicionan reactivos químicos que funjan con esta operación, para así lograr una buena eficiencia en este tipo de tratamientos. Lo que llevó a la búsqueda de nuevas alternativas para desnitrificar aguas residuales.

4 | PROCESO ANAMMOX

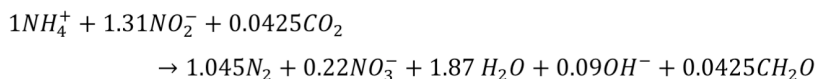
En 1977, Broda plantea la posible existencia de una variedad de microorganismos capaces de oxidar el amonio a N_2 por medio del nitrato u Oxígeno, todo esto por medio de cálculos termodinámicos, pero sin ninguna demostración (Mulder et al, 1995). Es 10 años después, cuando en una compañía holandesa de fermentación Gist Brocades, Arnold Mulder, observa la conversión de Amonio a N_2 en su planta piloto de desnitrificación, ya que

noto la oxidación del Amonio en condiciones anaerobias, decide nombrarlo: ANAMMOX, por sus siglas en inglés (ANAerobic AMMonium Oxidation) (Kuenen, 2008).

Posteriormente a su descubrimiento, Mulder, al no poder enriquecer, desarrollar o identificar a los microorganismos, decide acudir a J. Gijs Kuenen, que, junto con su alumna, Astrid van De Graaf y Lesley Robertson, descubrieron que realmente se trataba de un proceso biológico, y que el microorganismo oxida el amonio en presencia de nitrito, ya que este actúa como receptor de electrones. También se determinó que por cada 5 moles de Amonio se requerían 3 moles de nitrato (Mulder, 1995).

En este mismo tiempo Mike Jetten se unió al grupo de trabajo de Kuenen y fue clave para determinar que la biomasa no puede desarrollarse en sistemas por lotes, ya que en un periodo de entre 24 y 48 h el sistema se inhibe. Así mismo observaron que las bacterias solo podían crecer al unirse a partículas de arena, convirtiéndose en un floculo cuyo 60 % de su biomasa correspondía a células cocoides, que compartían similitudes a los planctomicetos.

En 1996 Van De Graaf y colaboradores dan a conocer el primer medio sintético autotrófico, para el enriquecimiento de los microorganismos ANAMMOX Y logran una mejora en el proceso Anammox al tener dicho enriquecimiento, y se obtuvo una primera posible ecuación estequiometrica.



Además de demostrar que algunos reactivos, como lo son: Glucosa, Acetato, Fructuosa, Azufre y Tiosulfato, ayudan a incrementar la formación de nitritos, mientras el Sulfato y Sulfuro incrementan la actividad Anammox.

En 1997 este mismo grupo de trabajo, identifico lo que podrían ser una de las rutas intermedias del proceso, determinaron que el amonio se oxidó biológicamente usando Hidroxilamina como un probable aceptor de electrones, produciendo Hidracina. Posteriormente la Hidracina se convierte en N_2 al oxidarse.

Se propone que la Hidracina pudiera servir como fuente de energía para la reducción de nitritos. Sin embargo, salieron a la luz, algunas incógnitas en cuanto a las enzimas que pueden estar presentes en el proceso.

Es en 1999, cuando Jetten y colaboradores nombran por primera vez a esta bacteria, y la denominan Candidatus Brocadia Anammoxidans, a su vez explican los posibles mecanismos de reacción y localización celular de los sistemas enzimáticos implicados en la oxidación anaeróbica de amonio.

El primer mecanismo consiste en que "El amonio y la hidroxilamina se ven convertidos en hidracina por un complejo enzimático unido a la membrana, la hidracina se oxida en el

periplasma a N_2 , el nitrito se reduce a hidroxilamina en el sitio citoplásmico del mismo complejo enzimático responsable de la oxidación de hidracina con un transporte interno de electrones” (Jetten, 1999).

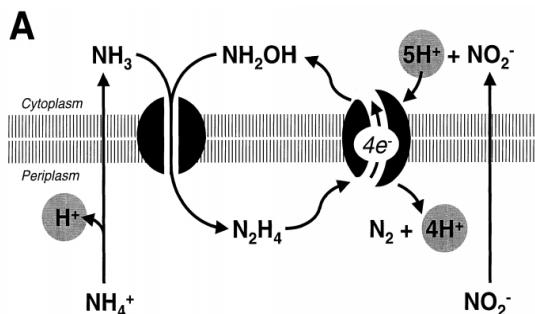


Ilustración 1. Primer mecanismo propuesto por Jetten en 1995

El segundo mecanismo propuesto, dice que, “El amonio y la hidroxilamina se convierten en hidracina por un complejo enzimático unido a la membrana, la hidracina se oxida en el periplasma a N_2 , los electrones generados se transfieren a través de una cadena de transporte de electrones a la enzima reductora del nitrito en el citoplasma” (Jetten, 1999).

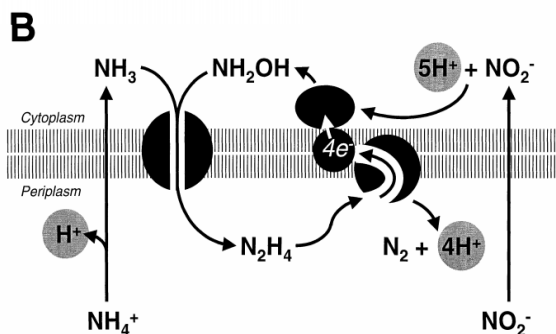


Ilustración 2. Segundo mecanismo propuesto por Jetten en 1995

Al pasar de los años, se fueron encontrando distintos tipos de bacterias capaces de llevar a cabo este proceso, sin embargo, entre las diferentes familias y especies, no hay indicios de que su fisiología, metabolismo o estructura sean significativamente diferentes (Kuenen, 2008). En la siguiente tabla se muestra una recopilación de las bacterias hasta ahora conocidas y su posible localización.

FAMILIA	ESPECIE	Ubicación Principal	REFERENCIA
Brocadia	<i>Ca. Brocadia anammoxidans</i>	Enriquecimientos de plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y reactores Anammox a Gran Escala.	Strous et al. 1999
	<i>Ca. Brocadia fulgida</i>		Kartal et al. 2004
Kuenenia	<i>Ca. Kuenenia stuttgartiensis</i>		Schmid et al. 2000
Sacalindua	<i>Ca. Sacalindua sorokinii</i>	Ambientes Marinos, Mar Negro, Namibia, Chile, Perú, Tanganica, Tanzania, Gotemburgo.	Kuypers et al. 2003
	<i>Ca. Sacalindua brodae</i>		Schmid et al. 2003
	<i>Ca. Sacalindua wagneri</i>		
	<i>Ca. Sacalindua arábica</i>		Woebken et al. 2008
Otras	<i>Ca. Jettenia asiática</i>	No reportado	Tsushina et al. 2007
	<i>Ca. Anammoxoglobus propionicus</i>	Laboratorio (medio mineral)	Kartal et al. 2007

* **Ca.** = *Candidatus*

Tabla 2. Ubicación por especie de bacterias del tipo Anammox.

A su vez, se fue descubriendo la forma general de la célula. Estas bacterias carecen de peptidoglicanos y contienen compartimientos rodeados por membranas en el interior celular. El componente principal en estas bacterias es el anammoxosoma, el cual representa el 30% del volumen interno, y protege a la célula de la hidracina, compuesto intermedio de la reacción, que puede ser tóxico si se acumula en largos periodos. Esta membrana contiene grandes cantidades de la enzima Hidroxilamina Oxidoreductasa (HAO), encargada de oxidar la Hidracina y es capaz de oxidar también Hidroxilamina. El ribo plasma, otro compartimento subcelular, es el equivalente del citoplasma que contiene ribosomas en la mayoría de las otras bacterias. Un análisis de los balances de masa mostró que el organismo es autótrofo, es decir, usa dióxido de carbono como fuente de carbono para producir biomasa ($\text{CH}_2\text{O}_{0.5}\text{N}_{0.15}$) y que el nitrito no solo funciona como un aceptor de electrones para la oxidación de amonio, sino también como un donante de electrones para la reducción de dióxido de carbono (Kuenen, 2008).

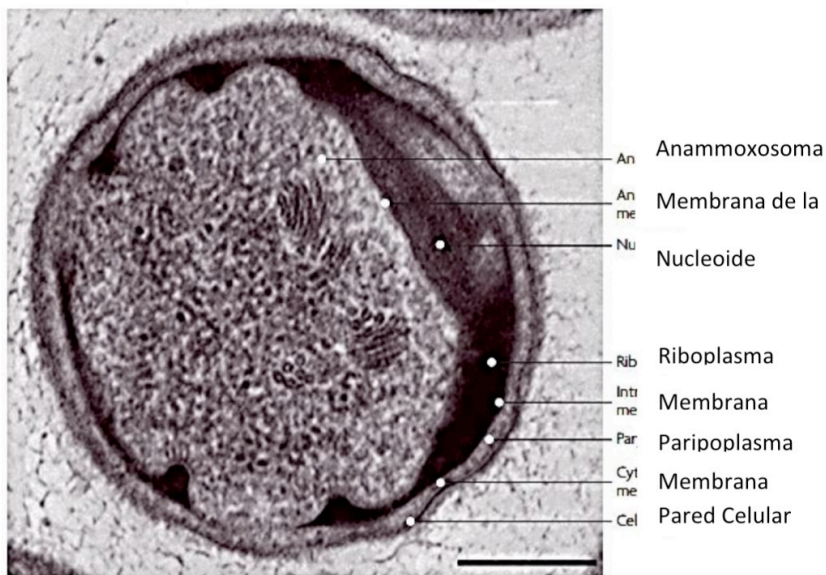
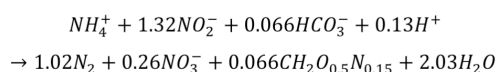


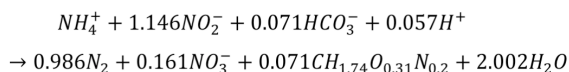
Ilustración 3. Microfotografía electrónica de transmisión de una célula *Candidatus Kuenenia stuttgartiensis*, (L. van Niftrik, Universidad de Radboud, Nijmegen, Holanda) (Kuenen, 2008).

5 | ESTEQUIOMETRIA DEL METABOLISMO ANAMMOX

La estequiometría en cualquier proceso es una pieza clave para determinar la estabilidad y poder controlarlo. La estequiometría Anammox más reconocida es la propuesta en 1998 por Strous y colaboradores, obtenida de un reactor tipo SBR.

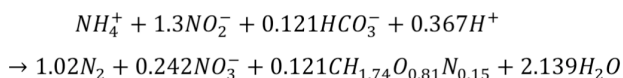
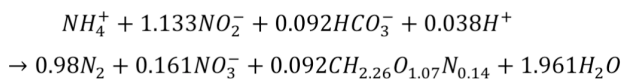


En el 2014, Lotti y colaboradores propone una nueva ecuación estequiométrica, deducida a través de un reactor MBR con una precisión mayor en el balance de carbonos y un balance de electrones con un menor error.



Ambas ecuaciones se proponen con condiciones estables a NLR (<1,5 gN / L / d). En diversas publicaciones se hace ver que la estequiometría anammox varía según las condiciones operativas y el estado fisiológico del proceso (Ni et al., 2012; Zhang et al., 2016a).

Zhang, Y., y colaboradores en 2018, hace un nuevo estudio con cargas altas y bajas de N, en un reactor Anammox de Película Adjunta a un Lecho Expandido (AAFEB), obteniendo las siguientes ecuaciones, a 5 y 50 gN/L/d respectivamente.



Concluyendo así, que la estequiometría anammox se ve afectada por las condiciones de crecimiento y que existe un deterioro del proceso, conforme aumenta la carga de N.

Al compararlo con el sistema más utilizado para la eliminación de nitrógeno, que es el proceso convencional o Nitrificación-Desnitrificación, podemos observar que, por cada mol de amonio, se requieren 1.5 mol de oxígeno, donde por medio de Bacterias Amoniooxidantes se produce 1 mol de nitritos y posteriormente este mol de nitrito, requiere de 0.5 mol de oxígeno para producir 1 mol de nitrato. Así que si comparamos por mol de amonio en el proceso convencional necesitaremos 2 moles de oxígeno, mientras que en el proceso anammox solo se necesitan 0.75 mol de oxígeno.

Por lo tanto, el sistema anammox muestra un mejor rendimiento, ya que solo se requiere de un 37.5% del oxígeno empleado en el convencional, lo que podemos traducir a un ahorro energético, además de que la velocidad de eliminación es casi el doble, hay una disminución del 20% de emisiones de CO₂, y el crecimiento de la biomasa es de más lenta.

REFERENCIAS

Bustillo Lecompte, C. F., & Mehrvar, M. (2015). Slaughterhouses wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. *Journal of Environmental Management*, 287-302.

DIRECCIÓN GENERAL DE INOCUIDAD AGROALIMENTARIA, A. Y. (14 de agosto de 2020). Gobierno de México. Obtenido de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA): https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/570055/DIRECTORIO_TIF_14-08-2020.pdf

DIRECCIÓN GENERAL DE INOCUIDAD AGROALIMENTARIA, A. Y. (14 de agosto de 2020). Gobierno de México. Obtenido de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA): https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/570055/DIRECTORIO_TIF_14-08-2020.pdf

Haiyuan, Ma., Yanlong, Zhang., Yi, Xue., Yu-You, Li. (2018). *A new process for simultaneous nitrogen removal and phosphorus recovery using an anammox expanded bed reactor*. *Bioresource Technology* 267, 201–208.

(INEGI), I. N. (03 de junio de 2020). INEGI. Obtenido de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=100001318>

Servicio Nacional de Sanidad, I. y. (07 de abril de 2020). Gobierno de México. Obtenido de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/545747/LISTADO_RASTROS_07042020.pdf

Jetten, M., Strous, M., Pas-Schoonen, T., Schalk, J., Van Dongen, U., Van De Graaf, A., Logemann, S., Muyzer, G., Van Lloosdrecht, M., Kuenen J. (1999). *The anaerobic oxidation of ammonium*. *FEMS Microbiology Reviews* 22., 424-437

Kuenen J. (2008). *Anammox bacteria: from Discovery to application*. *Nature Reviews Microbiology*. Pages 320-326.

López Castillo, H. (2008). Desarrollo del proceso Anammox para el tratamiento de lixiviados: puesta en marcha y aplicación. Cataluña: Universitat de Girona.

Mulder, A., Van de Graaf, A., Robertson, L.A. and Kuenen, J. G. (1995). *Anaerobic Ammonium Oxidation discovered in a denitrifying fluidized bed reactor*. *FEMS Microbiol. Ecol.* 16, 177-184.

Van De Graaf, A. A. (1996). Autotrophic growth of anaerobic ammonium-oxidizing micro-organisms in a fluidized bed reactor. *Microbiology*, 142(1 996), 2187–2196.

Zhang, Z., Zhang, Q., Xu, J., Deng, R., Ji, Z., Wu, Y., Jin, R. C. (2016a). *Evaluation of the inhibitory effects of heavy metals on anammox activity: a batch test study*. *Bioresource Technology* 200, 208–216.

QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA COSTEIRA DE COYUCA DE BENÍTEZ, GUERRERO ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO DE NUTRIENTES, PERÍODO 2016-2017

Data de aceite: 01/02/2021

Raúl Arcos Ramos

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza,
UNAM. México

Odett Viridiana Andrade Pérez

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza,
UNAM. México

Kevin Raúl Arcos Hernández

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza,
UNAM. México

RESUMEN: La base de la pirámide trófica en los ecosistemas acuáticos está dada principalmente por los productores primarios, los cuales están determinados en su desarrollo y proliferación por la luz, el CO₂ así como los nutrientes. En este estudio se determinó la calidad del agua en la Laguna tomando en cuenta los nutrimentos, mediante muestreos mensuales desde el mes de noviembre del 2016 a mayo el 2017 utilizando cinco puntos de monitoreo a dos niveles de profundidad, se realizaron evaluaciones químicas usando el multiparámetro HANNA modelo HI9829 y el Multifotómetro HI83200. Con los resultados obtenidos se realizaron gráficas para evaluar el comportamiento en los parámetros físicos y químicos así como en los NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻ y PO₄⁻ para establecer el grado trófico además de un análisis estadístico con el programa Statgraphics Centurion 5.2, XVI. El análisis de resultados demostró que la mayoría de los parámetros

tuvieron una distribución no normal, contrario a los nitritos, nitratos y fosfatos los cuales no mostraron diferencias significativas; los parámetros presentaron en su totalidad concentraciones más elevadas en los puntos cercanos a la Barra y al Embarcadero. En conclusión se establece que el sistema presenta características mesotróficas, con una ligera tendencia hacia la eutrofia y se establecen tres puntos de monitoreo con mayor impacto en la contaminación de la Laguna, por lo que es necesario la intervención de programas de conservación, mitigación y mejoramiento, así como un monitoreo constante y de preferencia permanente.

PALABRAS CLAVE: Nutrimentos, Mesotrófico, Eutrofia.

WATER QUALITY OF THE COASTAL LAGOON OF COYUCA DE BENÍTEZ, GUERRERO THROUGH THE EVALUATION OF NUTRIENTS, PERIOD 2016 – 2017

ABSTRACT: The primary producers, which are determined in their development and proliferation by light, mainly give CO₂ the base of the trophic pyramid in aquatic ecosystems as well as nutrients. In this study, the water quality in the lagoon was determined taking into account the nutrients, through monthly sampling from November 2016 to May 2017 using five monitoring points at two depth levels, chemical evaluations were performed using the multiparameter HANNA model HI9829 and the HI83200 multifotometer. With the obtained results, graphs were made to evaluate the behavior in the physical and

chemical parameters as well as in the NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- and PO_4^{3-} to establish the trophic degree in addition to a statistical analysis with the program Statgraphics Centurion 5.2, XVI. The analysis of results showed that most of the parameters had a non-normal distribution, contrary to nitrites, nitrates and phosphates, which did not show significant differences; the parameters presented in their entirety higher concentrations in the points close to the Barra and the Embarcadero. In conclusion, it is established that the system has mesotrophic characteristics, with a slight tendency toward eutrophic and three monitoring points are established with greater impact on the Laguna contamination, so it is necessary to intervene in conservation, mitigation and improvement programs, as well as constant and preferably permanent monitoring.

KEYWORDS: Nutrients, Mesotrophic, Eutrophic.

1 | INTRODUCCIÓN

La base de la pirámide trófica en los ecosistemas acuáticos está dada principalmente por los productores primarios, los cuales están determinados en su desarrollo y proliferación por la luz, el CO_2 así como los nutrientes. Dichos nutrientes son sales inorgánicas y sus principales compuestos son: Fuentes de nitrógeno, fuentes de fósforo y fuentes de sílice. En estos sistemas acuáticos los productores primarios por excelencia son los organismos de fitoplancton, las macrofitas y las algas macroscópicas, siendo la fotosíntesis su principal mecanismo de producción. (Contreras, 1994).

En cuanto a la Laguna de Coyuca de Benítez, pertenece a un sistema costero que comprende tres cuerpos de agua: Laguna de Mitla, Laguna de Coyuca y El Zarzal, se ubica en las coordenadas de $16^\circ 54'$ y $16^\circ 58'$ de latitud norte y los $99^\circ 57'$ y $100^\circ 04'$ de longitud oeste, se encuentra en Pie de la Cuesta a 10 km al norte de Acapulco, presenta una extensión de 34 km² (Yáñez, 1978), una longitud y ancho promedios de 10.6 km y 2.78 km, respectivamente. Su profundidad media es de 2.5 m (Álvarez, 2013). Es uno de los polos turísticos más importantes del estado de Guerrero, estableciendo así, un corredor de localidades urbanas con un elevado potencial turístico (POET, 2009).

Por lo tanto en la medida que aumenta de densidad poblacional, tanto en la Laguna de Coyuca como en las poblaciones aledañas: se marca una potencial tendencia a un aumento de niveles tróficos del sistema, convirtiéndose, a corto plazo en un problema que puede desencadenar en la disminución de la zona óxica en la columna de agua, aumentando así la fase reductora y trayendo como consecuencia final la disminución en la presencia de especies aeróbicas en la misma; de tal modo, una forma de conocer el potencial aumento de nivel trófico en un sistema acuático es mediante la evaluación del comportamiento nutrimental (De la lanza, 2000).

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

- Evaluar el grado eutrófico de la Laguna mediante la evaluación de los principales nutrientes a lo largo de la columna de agua a dos diferentes profundidades (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-}).

2.2 Objetivos particulares

- Evaluar los parámetros físicos y químicos del sistema a dos diferentes niveles de la columna de agua (superficie y fondo).
- Comparar el comportamiento nutricional en el periodo del mes de noviembre de 2016 hasta el mes de mayo del 2017.
- Establecer una potencial relación con los parámetros físicos y químicos del agua en dicho sistema, considerando las características anteriores.

3 | MÉTODOS

Se realizaron muestreos mensuales durante seis meses del 2016 al 2017 tomando en cuenta cinco estaciones de muestreo a dos niveles de profundidad (superficie y fondo), éstas, determinadas por las actividades realizadas en los mismos así como entradas y salidas de corrientes, realizando pruebas *in-situ* y otras en el laboratorio para su tratamiento requerido. A continuación se muestran los parámetros y técnicas que se realizaron en campo **tabla 1** y en el laboratorio **tabla 2**.

4 | TRABAJO DE CAMPO

La colecta de muestras de agua se realizó con apoyo de una lancha con motor fuera de borda y un receptor GPS marca Garmin modelo Plus IV con datum WGS84, las muestras para los análisis en laboratorio se tomaron desde la embarcación a nivel de superficie en forma manual y fondo con una botella Van Dorn con capacidad de 2 litros, colocando las muestras en frascos de polietileno con capacidad de 1 litro, determinando a continuación los siguientes parámetros:

Parámetro	Técnica	Bibliografía
Profundidad y transparencia	Disco de Secchi	(Gómez, 2011)
Temperatura y STD.	Multiparámetro HANNA HI9828	(APHA, 1996)
Oxígeno Disuelto	Medidor de Oxígeno Disuelto HI9146	(APHA, 1996)
Nitratos y Nitritos	Multifotómetro HANNA HI83200	(APHA, 1996)

Tabla 1. Técnicas *in-situ*

Parámetros químicos	Método	Bibliografía
pH	Multiparámetro Hanna HI9828	Manual de Instrucciones HI9828 Multiparámetro
Conductividad	Multiparámetro Hanna HI9828	Manual de Instrucciones HI9828 Multiparámetro
Oxígeno disuelto	Multiparámetro Hanna HI9828	Manual de Instrucciones HI9828 Multiparámetro
Salinidad	Multiparámetro Hanna HI9828	Manual de Instrucciones HI9828 Multiparámetro
Potencial Óxido-Reducción	Multiparámetro Hanna HI9828	Manual de Instrucciones HI9828 Multiparámetro
Demanda Química de Oxígeno	Reflujo Cerrado, colorimétrico	(APHA, 1996)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Técnica DBO ₅	(APHA, 1996)
Sólidos totales y disueltos	-Sólidos totales secados a 103-105 °C -Sólidos totales disueltos secados a 180 °C	(APHA, 1996)
Amonio, Fosfatos	Multifotómetro Hanna HI83200	(APHA, 1996)

Tabla 2 Fase de laboratorio.

5 | RESULTADOS

Los resultados establecen que la Laguna de Coyuca de Benítez es oligohalina, presenta características mesotróficas, con una ligera tendencia hacia la eutrofia, mostrando un comportamiento heterogéneo en la determinación de nutrientes al presentar variaciones significativas ($P < 0.05$) en Amonio (NH_4^+), aunado a que todos los nutrientes evaluados se encuentran fuera de los límites máximos permisibles establecidos en las CE-CCA-001/89, así como en los parámetros físicos y químicos como la transparencia, Oxígeno Disuelto y DBO₅, los cuales sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y en los CE-CCA-001/89. Los parámetros restantes muestran diferencias significativas entre los cinco puntos de monitoreo ($P > 0.05$), siendo el Embarcadero, Río y Barra los puntos con mayor actividad antropogénica, los cuales presentan los niveles más elevados. La DBO₅ presentó un promedio mensual de 45.43 mg/L^{-1} , con una concentración

máxima de 60.98 mg/L⁻¹ el cual se encuentra fuera de los límites de la CE-CCA-001/89. La DQO tuvo un promedio de 72.97 mg/L⁻¹, el cual establece a la Laguna con una calidad de agua “contaminada” tomando en cuenta la Escala de Clasificación de la calidad del agua, conforme a la DQO (CNA, 2005). Para los nitritos se obtuvo una media mensual de 0.059 mg L⁻¹ con el promedio más bajo durante el mes de diciembre 0.038 mg L⁻¹ y el mayor en mayo 0.256 mg L⁻¹. Los nitratos presentaron un promedio mensual de 1.81 mg L⁻¹, el promedio más bajo se obtuvo durante el mes de febrero 1.44 mg L⁻¹ y el más alto en mayo con 2.76 mg L⁻¹, dichas concentraciones se encuentran fuera de los límites máximos permisibles, los niveles de concentración están relacionados con las temporadas altas vacacionales en la zona, ya que con una mayor afluencia de personas, se incrementan las descargas de materia orgánica por las actividades recreativas así como por las descargas hacia el cuerpo receptor. La transparencia tuvo un comportamiento heterogéneo, en el mes de mayo tuvo la menor transparencia, mes en el que de acuerdo al comportamiento hídrico es en el que las lluvias dan comienzo (Silvia, *et al.*, 2013). Los puntos de monitoreo con mayor transparencia fue el punto de la Barra y la Entrada de la Barra y los de menos fue el Río así como el Embarcadero esto debido a los sedimentos provenientes principalmente de los locales comerciales (INAPESCA, 2009). En los puntos de monitoreo de la Barra y el Río, presentan un pH que tiende a la neutralidad, esto debido al aporte de materia orgánica proveniente del Río Coyuca, mismo que se ve favorecida por condiciones oxidativas (Aguirre, 2001). Los puntos más relevantes fueron el río, embarcadero y la barra; siendo éstos los sitios que presentan potenciales básicos debido a la entrada de corrientes que provienen de la cuenca así como por asentamientos humanos y por las actividades turísticas, ganadería y de recreación que se realizan.

El Análisis de Componentes Principales se utilizó para determinar cuáles fueron los parámetros que más influyeron sobre el comportamiento del sistema, se utilizaron 14 variables, obteniendo 4 componentes principales, de los cuales el componente uno obtuvo de Porcentaje de Varianza: 32.916 %, el componente dos 27.968 %, el tres 8.328 % y el cuatro 7.999 %, con un 77.210 % de porcentaje acumulado, como se observa en la tabla 3

Análisis de Componentes Principales

<i>Componente</i>		<i>Porcentaje de</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Número</i>	<i>Eigenvalor</i>	<i>Varianza</i>	<i>Acumulado</i>
1	4.60821	32.916	32.916
2	3.91553	27.968	60.884
3	1.16586	8.328	69.211
4	1.11982	7.999	77.210

5	0.83763	5.983	83.193
6	0.769271	5.495	88.688
7	0.541747	3.870	92.558
8	0.340266	2.430	94.988
9	0.221644	1.583	96.571
10	0.171687	1.226	97.798
11	0.144737	1.034	98.831
12	0.0996678	0.712	99.543
13	0.0394781	0.282	99.825
14	0.0244564	0.175	100.000

Tabla 3. Análisis de Componentes Principales

Para la determinación de las variables más relevantes se toma en cuenta la tabla de pesos de componentes principales (Tabla 4), en los cuales las variables y cargas de contribución por las que se encuentra representado el componente uno son CO₂ (-0.426118), pH (0.405929), Conductividad (0.40567), STD (0.39209) el cual tiene influencia directa con transparencia, estos parámetros son indicativo de una elevada concentración de materia orgánica la cual favorece al intercambio de electrones en la columna de agua así como a la concentración de gases de CO₂ acumulados por las partículas sedimentadas. En el componente dos las variables principales son DBO₅ (0.452472), OD (0.442046), Profundidad (-0.408359) del cual depende la distribución y disponibilidad de nutrientes y gases disueltos, principalmente el oxígeno y DQO (0.328293), variables que indican que existe un elevado nivel de productividad, en relación a la cantidad de materia orgánica rica en nutrientes y de la cual se produce una elevada concentración de oxígeno disuelto debido al requerimiento significativo de oxígeno utilizado para la degradación de la materia orgánica.

Refutados en los componentes tres y cuatro, en donde las variables más relevantes son nutrientes y los parámetros físicos, los cuales presentan mayor influencia y correlación en la Productividad en el sistema al favorecer o no la proliferación de organismos fitoplanctónicos.

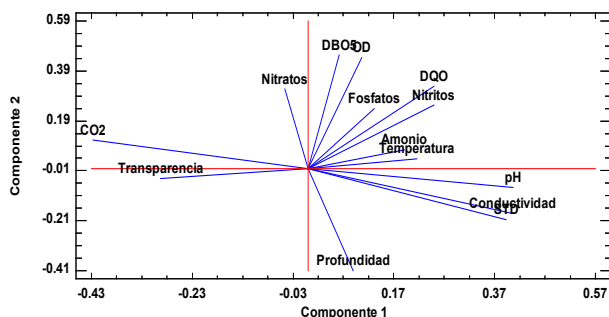
Tabla de Pesos de los Componentes

	Componente	Componente	Componente	Componente
	1	2	3	4
Temperatura	0.215872	0.0373062	-0.633271	0.148742
Transparencia	-0.292722	-0.0416286	-0.255367	-0.315966
Profundidad	0.0888866	-0.408359	-0.115553	0.28829
pH	0.405929	-0.0759371	0.202134	-0.183246
OD	0.106671	0.442046	0.0276138	-0.0612416
DBO5	0.0608457	0.452472	0.0792002	0.0247958
DQO	0.249293	0.328293	0.0628979	0.0149507
CO2	-0.426118	0.11475	-0.19446	0.146012
Conductividad	0.40567	-0.18179	0.10483	-0.0839245
STD	0.39209	-0.206325	0.0334808	-0.144913
Nitritos	0.249858	0.251696	-0.344539	0.231631
Fosfatos	0.131055	0.238955	0.135881	0.575125
Nitratos	-0.0458762	0.318662	0.165994	-0.415581
Amonio	0.19031	0.0752184	-0.503889	-0.387648

Tabla 4. Pesos de los Componentes

En la Gráfica 1 se muestra gráficamente el comportamiento de las variables, las variables se ordenan conforme a la relación que guardan entre sí y su magnitud determina el grado de importancia. Por un lado tenemos un grupo de variables formado por nitritos, nitratos, fosfatos, amonio, DQO, OD, DBO₅, lo que representa claramente una elevada carga de materia orgánica debido a la alta disponibilidad de nutrientes y en el otro grupo la transparencia, profundidad y CO₂ variables físicas que se relacionan directamente con la fotosíntesis, debido a que estas intervienen en la capacidad de incidencia de luz en la columna de agua.

Gráfica de Pesos del Componente



6 I ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

La relación entre ellos se muestra en la figura 1, en la cual se establece cuáles son los sitios monitoreados que tienen un comportamiento semejante, otorgándoles un valor de relación el cual siendo el más cercano a cero significa más variables con un comportamiento similar. El primer conglomerado está formado por: Centro y Canal, pues su distancia que marca su relación es menor a cinco, lo que nos indica que dichos sitios presentan el comportamiento más similar, esto debido a que ambos sitios están ubicados en la zona centro de la Laguna y presentan una profundidad mayor en comparación a los demás, además de que reciben casi la misma cantidad de descargas que los otros puntos que tienen un mayor impacto. Seguido de éste, el segundo conglomerado se encuentra formado por el anterior pero además incluye al punto de la Barra, esta debido a que la cantidad de descargas recibidas proviene en su mayoría de dicho punto, relacionándolo así con la parte centro que deriva del canal meándrico.

Dendograma
Método del Vecino Más Cercano, Euclídeana Cuadrada

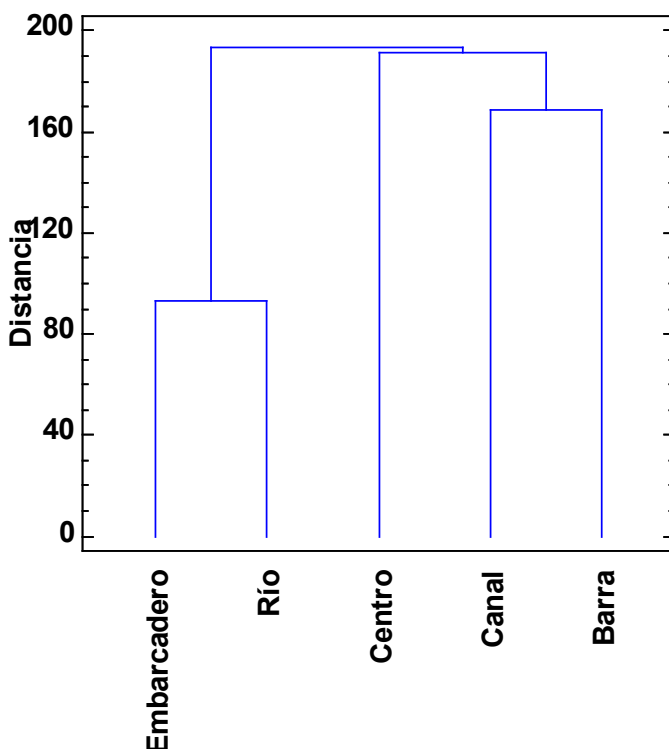


Figura 1. Dendograma, Método del vecino más cercano, Euclídeana Cuadrada

71 CONCLUSIONES

1) Las concentraciones de nutrientes como nitratos (2.73 mg L^{-1}) y fosfatos (2.55 mg l^{-1}) son elevadas, favoreciendo la proliferación de fitoplancton; el cual a su vez favorece la producción de oxígeno, haciendo que la pirámide trófica presente un comportamiento variable que afecta directamente a la vida dentro del cuerpo de agua.

2) El comportamiento de los parámetros físicos y químicos del sistema es relativamente similar, entre los cinco puntos de monitoreo, sin embargo, en el promedio temporal éste varía de manera significativa, debido a las estaciones que conllevan a fenómenos meteorológicos que alteran drásticamente el comportamiento del cuerpo de agua, afectando la transparencia, profundidad y escorrentía.

3) El sistema no ha variado significativamente su comportamiento nutricional, sin embargo el aumento de la concentración de materia orgánica puede acelerar su proceso de eutrofización.

4) Los nutrientes rebasan los niveles establecidos en la (CE-CCA-001-89), sin embargo, debido al incremento de actividades antropogénicas, se estima que éstos pueden alcanzar los niveles aún más altos, alterando así la cadena trófica del sistema.

RECOMENDACIONES

Se recomienda un monitoreo permanente en la Laguna para los parámetros físicos y químicos, ya que se establece que este sistema presenta características mesotróficas, con una cierta tendencia hacia la eutrofia, así como de los nutrientes, pues si estos se ven afectados de manera significativa puede alterar el ciclo del nitrógeno en la columna de agua, provocando que la cadena y pirámide trófica se vean afectados de manera permanente.

REFERENCIAS

Aguirre, R. (2001). "Caracterización óptica de la Laguna Costera de Coyuca de Benítez". *Boletín del Instituto de Geografía*, núm. 46 México, UNAM, pp. 78-79.

Álvarez-Silva, Carlos; Torres-Alvarado, María del Rocío, (2013), "Composición y abundancia del zooplancton de la laguna de Coyuca, Guerrero, México" *Hidrobiológica*, vol. 23, núm. 2, pp. 241-249 UAM Unidad Iztapalapa Distrito Federal, México.

APHA, AWWA, WPCF. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. U.S.A. (Standardized methods for the analysis of water and wastewater, 19th Edition, E.U.A).*

CE-CCA-001/89. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (*D.O.F. 2 Diciembre de 1989*).

CONABIO. (2009). Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. En C. Tovilla, A. Mora, J. Rojas, & D. Velázquez.

Caracterización del sitio de manglar Coyuca-Mitla en CONABIO 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Distrito Federal, México: CONABIO.

DE LA LANZA, E., Carvajal P. 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). 1ª Ed. Edit. Plaza y Valdez. México. 633 p.

Francisco Contreras E., (1994), Manual de técnicas hidrológicas, editorial Trillas S. A. de C. V., México, 65, 99p.

Gómez, R. A. (2001). Caracterización Óptica de la Laguna Costera de Coyuca de Benítez. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 46, pp.78-97.

HANNA Instruments, 2008. MAN83200 Instruction Manual. Chicago, IL. USES. 131 pp. -Kolwitz, R., and M. Marson. (1902) Principles of the Biological Evaluation of Water after its Flora and Fauna. Pp. 33-72.

INAPESCA, (2009). Carta nacional pesquera 2004. Ecosistemas lagunares costeros (en línea), Diario oficial de la federación, quinta sección.

Lankford R.R., (1976). Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification, in: Estuarine Processes, Volume II, M. Wiley (editor), Academic Press, New York, N.Y., 182

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT- (1996). Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales.

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Coyuca de Benítez, EURA Espacio urbano y Arquitectura, S. C., (2009).

Silvia,C.,y Alvarado. (2013). Composición y abundancia del zooplancton de la laguna de Coyuca, Guerrero, México. Hidrobiología, 23 (1), pp.241-249.

Yáñez-Arancibia, A. (1978), "Patrones ecológicos y variaciones cíclicas de la estructura trófica de las comunidades neotónicas en las lagunas costeras del Pacífico mexicano", Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, vol. 5, UNAM, México.

RECARGA NATURAL DE CAMAS DE ÁGUA POR INFILTRAÇÃO ASSISTIDA COM ECTOMICORRIZES EM FLORESTAS DE NEVADO DE TOLUCA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Moisés Tejocote-Pérez

Laboratorio de Biotecnología Microbiana Ambiental. Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas. Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca, Estado de México

Ana Elisa Alcántara-Valladolid

Laboratorio de Calidad del Agua. Instituto de Interamericano en Tecnología y Ciencias del Agua. Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca, Estado de México.

José Adrián Silis-Cano

Laboratorio de Química Ambiental. Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMéx.-UNAM. Universidad Autónoma del Estado de México.
Toluca, Estado de México.

Carlos Eduardo Barrera-Díaz

Laboratorio de Química Ambiental. Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMéx.-UNAM. Universidad Autónoma del Estado de México.
Toluca, Estado de México.

RESUMO: A recarga dos lençóis freáticos começa com a infiltração da água da chuva no subsolo. A captação de água de forma natural e sustentável deve ser promovida para garantir a disponibilidade de sua potabilidade. A simbiose

ectomicorrízica (interação fungo-planta) melhora o estabelecimento da vegetação nas florestas e a captação de água no Estado do México. Este projeto avalia uma proposta viável para aumentar a taxa de infiltração em solos desmatados do Nevado de Toluca quando a vegetação de *Pinus patula* inoculada com ectomicorrização assistida de *Amanita muscaria* é incorporada. Com essa proposta, técnicas de reflorestamento em florestas perturbadas e recarga de aquíferos são aprimoradas.

PALAVRAS-CHAVE: Lençóis, freáticos, infiltração, ectomicorrizas, Toluca.

NATURAL RECHARGE OF WATER BEDS BY INFILTRATION ASSISTED WITH ECTOMICORRIZES IN FORESTS OF NEVADO DE TOLUCA

ABSTRACT: The recharge of water tables begins with the infiltration of rainwater into the subsoil. The capture of water in a natural and sustainable way must be promoted to guarantee the availability of its potability. Ectomycorrhizal symbiosis (fungus-plant interaction) improves the establishment of vegetation in forests and water catchment in the State of Mexico. This project evaluates a viable proposal to increase the infiltration rate in deforested soils of Nevado de Toluca when *Pinus patula* vegetation inoculated with assisted ectomycorrhization of *Amanita muscaria* is incorporated. With this proposal, reforestation techniques in disturbed forests and the recharge of aquifers are improved.

KEYWORDS: Mantles, phreatics, infiltration, ectomycorrhizae, Toluca.

1 | DIVERSIDADE DE PINOS NO ESTADO DO MÉXICO

Para o México, até 1993, estimou-se um inventário de aproximadamente 43 espécies de pinheiros distribuídos em todo o território nacional como constituintes da riqueza vegetal das florestas temperadas de suas altas montanhas (Andrew, 2001 e Martínez, 1993). O Estado do México é uma das cinco entidades com maior número de espécies de pinheiros registradas, esta característica é compartilhada com os estados de Durango, Jalisco, Michoacán e Oaxaca com uma gama de 16 a 18 espécies, das quais para a entidade e centro do eixo neovulcânico transversal são *Pinus ayacahuite*, *P. cembroides*, *P. douglassiana*, *P. hartwegii*, *P. herrerae*, *P. lawsoni*, *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. pringlei*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis* e *P. teocote* (Martínez, 1993 e PROBOSQUE, 2011). *Pinus patula* Schl. et Cham. É uma espécie comumente manejada em estabelecimentos ou reintroduções devido ao seu alto potencial de crescimento e valor comercial.

2 | PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA

É uma região florestal do Estado do México localizada nas encostas do vulcão Xinantécatl, com altitude máxima de 4.558 metros acima do nível do mar, decretado como Parque Nacional “Nevado de Toluca” (CONANP, 2012). Este parque ocupa uma área de 46.784 Ha, localizado na região fisiográfica central e eixo neovulcânico do Estado do México. Sua vegetação consiste principalmente de florestas frias, temperadas e mistas de *Pinus*, *Abies*, *Cupressus* e *Quercus*, embora existam grandes áreas de zacatonal, pastagens e agricultura de sequeiro, sua micobiota é amplamente diversa, pois existem espécies importantes de ascomicetes e basidiomicetos ectomicorrízico (CONANP, 2012, Martínez, 1993, Pérez-Silva e Herrera, 1991, Perez-Silva, et al., 2011 e PROBOSQUE, 2011). *Amanita muscaria* var. *muscaria* (L.:Fr.) Pers. é uma das espécies de fungos agáricos de grande importância tóxica e ectomicorrízica nas regiões temperadas do Estado do México, principalmente na floresta de pinheiros e floresta mista de pinheiros e carvalhos, esta espécie tem sido amplamente estudada na região graças às contribuições de Pérez-Silva e Herrera, (1991), Pérez-Silva, et al. (2001; 2006; 2011) e Geml, et al., (2008).

3 | ECTOMICORRIZAS

Este conceito se refere à simbiose existente entre várias espécies de fungos superiores do grupo Basidiomycetes e Ascomycetes com a raiz das coníferas de florestas temperadas, comumente, espécies do gênero *Pinus*, *Abies*, *Cupressus* e *Juniperus*, é um conjunto celular de hifas e células corticais da raiz que interagem entre si para troca de nutrientes usados por ambos os organismos nas fases de sobrevivência e reprodução, a saber nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), água (H₂O) e carboidratos (CHO), principalmente (Taylor e Alexander, 2005, Cruz-Ulloa, 1995 e Read, 1999; 2002).

O principal problema ambiental enfrentado pelas ectomicorrizas no Estado do México, e em particular no Parque Nevado de Toluca, é a perda e diminuição de espécies de fungos e florestas devido ao corte descontrolado, eles são decisivos no estabelecimento e funcionamento das florestas águas temperadas do parque Nevado de Toluca, já que estas, por sua vez, são os meios pelos quais a água da chuva é captada e filtrada para meios de armazenamento como os lençóis freáticos (Santiago-Martínez, 2008, Geml, et al., 2008, CONANP, 2012, INEGI, 2010, Prado, et al. 2011, PROBOSQUE, 2011, Santiago-Martínez, 2008 e Pérez-Moreno, 2008).

4 | OBJETIVO

Avaliar a eficiência de um método de infiltração de água em florestas desmatadas do Parque Nevado de Toluca, incorporando vegetação de *Pinus patula* inoculada com ectomicorrizas.

5 | DESENVOLVIMENTO

Foi realizado o monitoramento de mudas micorrizadas de *Pinus patula* com *Amanita muscaria* introduzidas em quatro florestas desmatadas do Parque Nevado de Toluca. As amostras de solo foram coletadas diretamente nas parcelas experimentais das quatro áreas do Parque Nacional do Nevado de Toluca, durante os anos de 2018 e 2019, foi coletado um montante aproximado de 1 Kg de solo que foi colocado em sacos plásticos para transferência conforme regulamentos atuais (NOM-021-SEMARNAT, 2001).

Nas mesmas áreas do entorno das parcelas experimentais, foram coletados exemplares de *Amanita muscaria*. Os espécimes foram etiquetados e transportados para o laboratório para caracterização a fresco, procedimentos estes baseados nos métodos aplicados por Pérez-Silva e Herrera (1991) e Pérez-Silva, et al., (2001; 2011). As sementes de *Pinus patula* foram coletadas em cones distribuídos no entorno das parcelas experimentais, as sementes foram limpas para eliminação de resíduos de matéria orgânica e colocadas em estufa a 28oC por 2 dias para eliminação da umidade externa da testa.

6 | INDUÇÃO PARA ECTOMICORRIZAÇÃO

Para a indução da ectomicorrização, *Amanita muscaria* foi inicialmente inoculada em tubos de solo estéril (autoclave a 20 libras / 30 min) e posteriormente as sementes de *Pinus patula* foram colocadas para garantir que desde o início da germinação das mudas a raiz fosse exposta à invasão do micélio, esta técnica foi integrada por vários métodos propostos por Brundrett, et al. (1996), Duñabeitia, et al. (1996), Taylor e Alexander (2005) e Pérez-Moreno (2008). Foi realizado o monitoramento hidromecânico de mudas de *Pinus patula* micorrizadas com *Amanita muscaria* introduzidas nas parcelas experimentais.

7 | AVALIAÇÃO DA BIOMASSA

Para avaliação da biomassa aérea da planta, foram considerados os parâmetros comprimento do caule e espessura do caule das mudas, enquanto para a biomassa da rizosfera foi considerado o peso total das raízes extraídas das mudas em um quilograma de solo, além de Portanto, nesta seção, foram coletadas informações sobre alguns parâmetros qualitativos que foram apresentados nas plantas durante sua ectomicorrização, como cor, formato da muda e formato da folha, esses parâmetros são propostos com base nas observações feitas por diversos autores como Brundrett, et al. (1996), Duñabeitia, et al. (1996), Taylor e Alexander (2005) e Pérez-Moreno (2008), dos quais foi observado que as mudas não apresentaram variações notáveis nos caracteres qualitativos; em outras palavras, eram todos comuns em suas características físicas.

8 | RESULTADOS

As Figuras 1 e 2 mostram o comportamento da Porcentagem de infiltração nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação, observa-se que nos meses de julho, agosto e setembro o maior percentual de acúmulo de água é atingido dentro do solo experimental com os tratamentos experimentais que continham a simbiose micorrízica integral, em comparação com os experimentos que não apresentaram a simbiose e o solo sem mudas micorrízicas. Observa-se que a eficiência da infiltração com a simbiose estabelecida aumenta até 70% no acúmulo de água em ambos os tipos de filtros, sendo a profundidade de 80 cm mais evidente. Essas eficiências para melhorar a qualidade do ambiente por micorrizas já foram relatadas por Brundrett, et al., (1996), Duñabeitia, et al., (1996), Taylor e Alexander (2005) e Pérez-Moreno (2008) . No entanto, eles não foram relacionados à infiltração de água (Martínez e Fernández, 1983, Domínguez, et al., 1994, NOM-011-CNA-2000, CNA, 2000 e Villavicencio, et al., 2014).

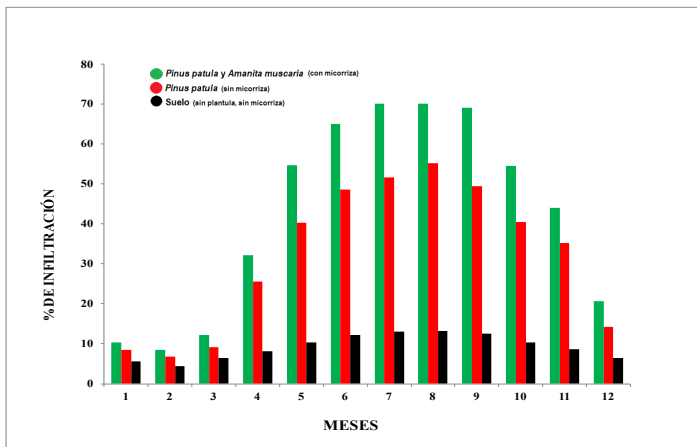


Figura 1. Porcentagem de infiltração nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação (meses: 1 = janeiro, 2 = fevereiro, 3 = março, 4 = abril, 5 = maio, 6 = junho, 7 = 8 de julho = agosto, 9 = setembro, 10 = outubro, 11 = novembro, 12 = dezembro).

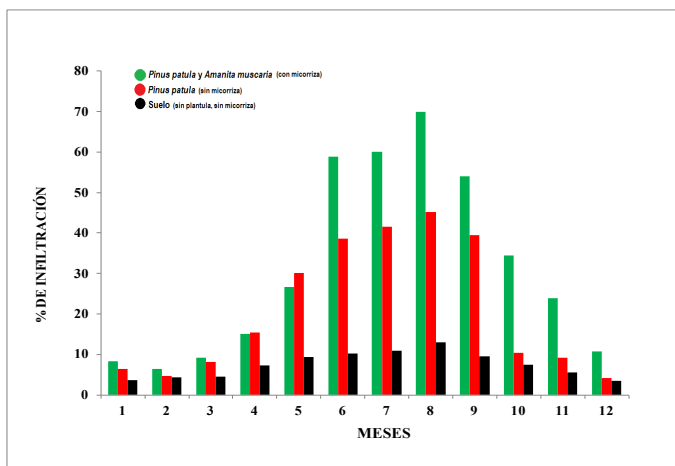


Figura 2. Porcentagem de infiltração nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação (meses: 1 = janeiro, 2 = fevereiro, 3 = março, 4 = abril, 5 = maio, 6 = junho, 7 = 8 de julho = agosto, 9 = setembro, 10 = outubro, 11 = novembro, 12 = dezembro).

As Figuras 3 e 4 mostram o comportamento da biomassa da rizosfera (g de raiz/Kg de solo) e aérea nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação, uma tendência de aumento da biomassa é observada. Com o passar do tempo de micorrização, a partir de agosto a maior porcentagem de crescimento de biomassa na rizosfera é alcançada dentro do solo experimental com os tratamentos experimentais que continham a simbiose micorrízica completa, em comparação com os experimentos

que não apresentaram a simbiose e o solo sem mudas micorrizadas. Essas eficiências para melhorar a qualidade do ambiente por micorrizas já foram relatadas por Brundrett, et al. (1996), Duñabeitia, et al. (1996), Taylor e Alexander (2005) e Pérez-Moreno (2008). No entanto, eles não foram relacionados à infiltração de água (Martínez e Fernández, 1983, Domínguez, et al., 1994, NOM-011-CNA-2000, CNA, 2000 e Villavicencio, et al., 2014).

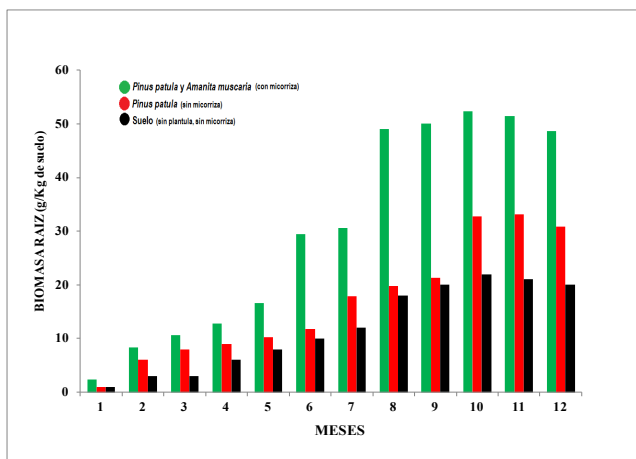
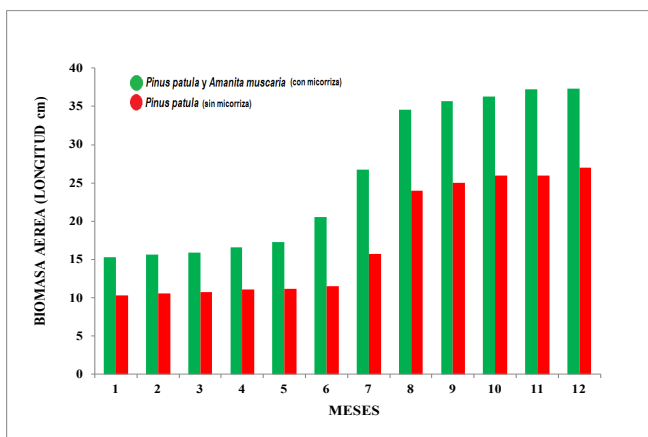


Figura 3. Biomassa da rizosfera (g de raiz / Kg de solo) nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação (meses: 1 = janeiro, 2 = fevereiro, 3 = março, 4 = abril, 5 = maio, 6 = junho, 7 = julho, 8 = agosto, 9 = setembro, 10 = outubro, 11 = novembro, 12 = dezembro).



285 / 5000

Figura 4. Biomassa aérea de mudas (comprimento, cm) nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação (meses: 1 = janeiro, 2 = fevereiro, 3 = março, 4 = abril, 5 = maio, 6 = junho, 7 = julho, 8 = agosto, 9 = setembro, 10 = outubro, 11 = novembro, 12 = dezembro).

A Figura 5 mostra a correlação entre a porcentagem de infiltração e a biomassa da rizosfera nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação, observa-se que à medida que a porcentagem de infiltração no solo aumenta, a biomassa do solo aumenta. rizosfera com 70% de eficiência, esta tendência de aumento da biomassa conforme a infiltração é uma evidência de que os sistemas não só promovem o estabelecimento da vegetação, mas também favorecem o acúmulo de água no solo quando há uma simbiose micorrízica. Estas eficiências para melhorar a qualidade do ambiente por micorrizas já foram relatadas por Brundrett, et al., (1996), Duñabeitia, et al. (1996), Taylor e Alexander (2005) e Pérez-Moreno (2008). No entanto, eles não foram relacionados à infiltração de água (Martínez e Fernández, 1983, Domínguez, et al., 1994, NOM-011-CNA-2000, CNA, 2000 e Villavicencio, et al., 2014).

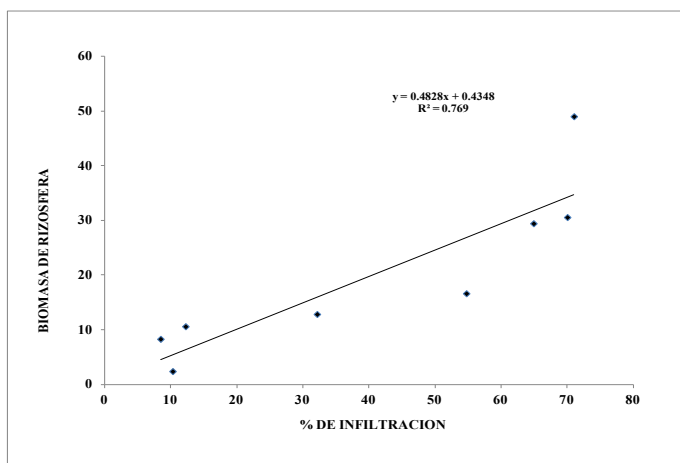


Figura 5. Correlação entre a porcentagem de infiltração e a biomassa da rizosfera nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação. Filtros com 80 cm de profundidade.

A Figura 6 mostra a correlação entre a biomassa da rizosfera e a biomassa aérea nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação, observa-se que conforme a biomassa da rizosfera aumenta, a biomassa aérea das mudas aumenta em Eficiência de 90%, essa tendência de aumento da biomassa expressa traços de qualidade fisiológica de mudas micorrizadas quando transportam os nutrientes do solo na forma de seiva bruta e são processados em seiva elaborada por meio de reações bioquímicas anabólicas como a fotossíntese, é dizem que são evidências da qualidade fisiológica da planta promovida pela retenção e infiltração da água. Essas eficiências para melhorar a qualidade do ambiente por micorrizas já foram relatadas por Brundrett, et al. (1996), Duñabeitia, et al., (1996), Taylor e Alexander (2005) e Pérez-Moreno (2008). No

entanto, eles não foram relacionados à infiltração de água (Martínez e Fernández, 1983, Domínguez, et al., 1994, NOM-011-CNA-2000, CNA, 2000 e Villavicencio, et al., 2014).

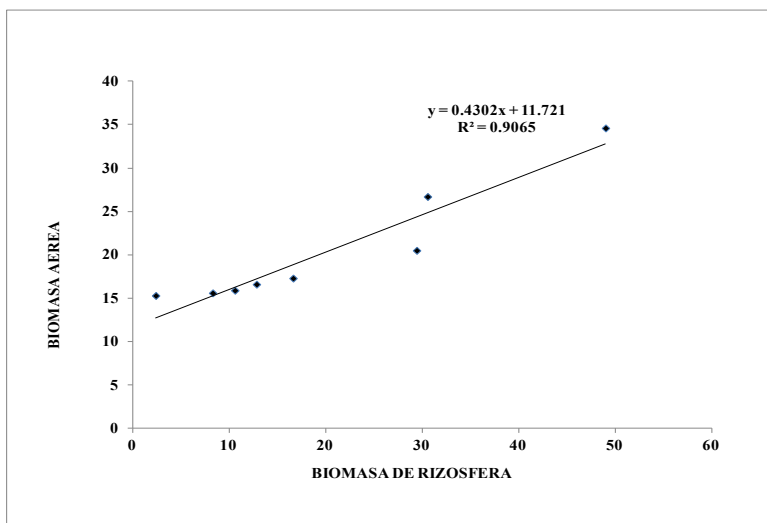


Figura 6. Correlação entre a rizosfera e a biomassa aérea nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* durante um ano de avaliação.

9 | CONCLUSÕES

A eficiência da infiltração com a simbiose estabelecida aumenta até 70% no acúmulo de água.

A biomassa da rizosfera e aérea nos sistemas micorrízicos de *Pinus patula* e *Amanita muscaria* aumenta com o passar do tempo de micorrização.

A partir de agosto, a maior porcentagem de crescimento da biomassa é alcançada na rizosfera dentro do solo que continha toda a simbiose micorrízica.

Conforme a porcentagem de infiltração no solo aumenta, a biomassa da rizosfera aumenta em 70% de eficiência.

O aumento da biomassa conforme a infiltração é uma evidência de que os sistemas não só promovem o estabelecimento da vegetação, mas também favorecem o acúmulo de água no solo quando há uma simbiose micorrízica.

Conforme a biomassa da rizosfera aumenta, a biomassa aérea das mudas aumenta em 90% de eficiência.

A proposta indica que o reflorestamento micorrízico sustentável é viável, pois melhora a infiltração quando a vegetação é promovida.

REFERÊNCIAS

- Andrew, D.P. (2001). Mexican Forest, *Forest Ecology and Management*, 144 (1-3) 213-228.
- Andy, F., Taylor, S. and Alexander, I. (2005). The ectomycorrhizal symbiosis: life in the real world. *Mycologist*. 9(3). 102-112.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., Malajczuk, N. (1996). Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. Australian Centre for International Agricultural Research, ACIAR, Monograph 32.
- Cambrón-Sandoval, V. H., España-Boquera, M.L., Sánchez-Vargas, N.M., Sáenz-Romero, C., Vargas-Hernández, J.J., Herrerías-Diego, Y. (2011). Producción de clorofila en *Pinus pseudostrobus* en etapas juveniles bajo diferentes ambientes de desarrollo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 17(2), 253-260.
- Castro-Félix, P., Pérez de la Rosa, J., Vargas-Amado, G., Velásquez Magaña, S., Santerre, A., López-Dellamary, F., Villalobos-Arámbula, A. (2008). Genetic relationships among Mexican white pines (*Pinus*, Pinaceae) based on RAPD markers. *Biochemical Systematics and Ecology*. 36. 523-530.
- Cibrian-Tovar, D., Alvarado, D., García, S.E. (eds). (2007). Enfermedades forestales en México. Universidad Autónoma Chapingo, CANAFOR-SEMARNAT. México. pp. 5-20.
- CONANP, (2012). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Parque Nacional Nevado de Toluca, decreto 25-01-1936. México. pp.1-3.
- Dudal, R. (2005). The six factor of soil formation. *Eurasian Soil Science*, 38. 60-65.
- Duñabeitia, M.K., Hormilla, S., Salcedo, I., Peña, J.I. (1996). Ectomycorrhizae synthesized between *Pinus radiata* and eight fungi associated with *Pinus* spp. *Mycologia*. (88) 6, 897-908.
- Estrada-Martínez, E, Guzmán, G., Cibrián, T.D., Ortega, P.R. (2009). Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México). *Interciencia*. 34:1, 25-33 pp.
- Garibay-Origel, R., Córdoba, J., Cifuentes, J., Valenzuela, R., Estrada-Torres, A., Kong, A. (2009). Integrating wild mushrooms use into a model of sustainable management for indigenous community forest. *Forest Ecology and Management*. 258. 122-131.
- Geml, J., Tulloss, R.E., Laursen, G.A., Sazanava, N.A., Taylor, D.L. (2008). Evidence for strong inter and intracontinental phylogeographic structure in *Amanita muscaria* a wind-dispersed ectomycorrhizal basidiomycete. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48:2, 694-701.
- Guzmán, G. (2008). Análisis de los estudios sobre macromicetes de México. *Revista Mexicana de Micología*. 28. 7-15.
- HACH, (2008). "Water Analysis Manual, HACH Corporation", USA. pp. 5-60.

Hernández, A., Bojórquez, J.I., Ascanio, M.O., García, J.D., Morales, M., Borges, Y. (2011). Cambio de la cobertura del suelo por influencia antropogénica: énfasis en las regiones tropicales. En: Krasilnikov, P., Jimenez, F.J., Reyna, T. García, N.E. (ed). Geografía de suelos de México, UNAM, México. 119-131 pp.

INEGI, (2010). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Unidad de Inventario Nacional de Recursos Naturales. Información edafológica, inventario 1990-2010. México. pp. 40-60.

IUSS Working Group WRB. (2008). Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. No. 103. FAO. Italia.

Martínez M. y J. Fernández. (1983). Jerarquización de las acciones de conservación de suelos a partir de cuencas hidrológicas. Chapingo, Mexico, mimeo.

Martínez, M. (1993). Los Pinos Mexicanos. 3ª. Botas. México. pp. 11-70.

Medel, R. (2007). Especies de ascomicetes citados de México IV, 1996-2006. *Revista Mexicana de Micología*. 25. 69-76.

Morales, M., Hernández, A., Marentes, F., Funez-Monzote, F., Borges, Y., Morell, F., Vargas, D., Ríos, H. (2008). Nuevos aportes sobre el efecto de la disminución de la materia orgánica en los suelos ferralíticos rojos lixiviados. *Revista Agrotecnia de Cuba*. 32, 57-64.

NMX-AA-099-SCFI, (2006). Determinación de nitrógeno de nitratos en disolución de suelo y agua residual, métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. México.

NOM-021-SEMARNAT, (2001). Norma que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, clasificación de suelos, muestreos y análisis. Diario Oficial de la Federación. México.

Ortega-Larrocea, M.P, Xoconostle-Cázares, B., Maldonado-Mendoza, I.E., Carrillo-González, R., Hernández-Hernández, J., Díaz-Garduño, M., López-Meyer, M., Gómez-Flores, L., González-Chávez, M.C. (2010). Plant and fungal biodiversity from metal mine wastes under remediation at Zimapan, Hidalgo, Mexico. *Environmental Pollution*. 158. 1922-1931.

Pérez-Moreno, J. (2003). Ecología, fisiología y biotecnología de la ectomicorriza. En: Álvarez-Sánchez, J. y Monroy, A. Técnicas de estudio de las asociaciones micorrízicas y sus implicaciones en la restauración. Las prensas de ciencias. México. pp. 240-250.

Pérez-Moreno, J., Lorenzana-Fernández, A., Carrasco-Hernández, V., Yescas-Pérez, A. (2010). Los hongos silvestres comestibles del Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiapan y Anexos. Colegio de Posgraduados, SEMARNAT, CONACYT. México. pp. 40-60.

Pérez-Silva E, Aguirre-Acosta E. (1986). Flora micológica del estado de Chihuahua, México I. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 57:17–32.

Pérez-Silva, E., Bárcenas, E., Aguilar, C. (2001). Guía micológica del género *Amanita* del Parque Estatal Sierra de Nanchititla. Cuadernos de Investigación. Cuarta época/18. Universidad Autónoma del Estado de México, México. pp. 30-58.

Pérez-Silva, E., Esqueda, M., Herrera, T., Coronado, M., (2006). Nuevos registros de Agaricales de Sonora, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 77. 23-33.

Pérez-Silva, E., Herrera, T. (1991). Iconografía de macromicetos de México I. *Amanita*. Instituto de Biología. Publicaciones Especiales 6. Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 20-70.

Pérez-Silva, E., Herrera, T., Ocampo, L.A. (2011). Nuevos registros de macromicetos para el municipio de Temascaltepec, estado de México. *Revista Mexicana de Micología*. 34. 23-30.

PROBOSQUE (2011). Protectora de Bosques del Estado de México. Restauración y fichas de especies arbóreas. I Regiones Forestales e Inventario de especies de *Pinus* de 2010. México. pp. 3-6.

Ruiz J., A., A. I. González J., C. Anguiano J., V. Vizcaíno I., R. J. Alcanzar J., L. H. Flores E. y R. J. Regalado. R. (2004). Clasificación climática del estado de Jalisco. INIFAP-CIRPAC. Ed. Conexión Gráfica. Guadalajara, Jal. México. Libro Técnico Núm. 1. 178 p.

Sandor, J.A. (2006). Ancient agricultural terraces and soils. In: Warkentin, B.P. (ed). Foot-prints in the soil. People and ideas in soil history. Elsevier. Amsterdam. 505-534 pp.

Santiago- Martínez, M.G. (2008). Los hongos ectomicorrízicos en las prácticas de restauración. En: Álvarez-Sánchez, J. y Monroy, A. Técnicas de estudio de las asociaciones micorrízicas y sus implicaciones en la restauración. Las prensas de ciencias. México. pp. 213-231.

Solomon, D., Fritzsche, F., Lehmann, J., Tekalign, M., Zech, W. (2002). Soil organic matter dynamics in the subhumid agroecosystems of the Ethiopian highlands: Evidence from natural ¹³C abundance and particle-size fractionation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66, 969–978.

Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P. McNeill, J. (2011). The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A.* 369. 842-867.

Taylor, A.F.S, Alexander, I. (2005). The ectomycorrhizal symbiosis: life in the real world. *Mycologist*. 19 (3). 102-112.

Val, J., Heras, L., Monge, E. (1985). New formulae for determination of photosynthetic pigments in acetone. *Annals of Aula Dei*. 17:(3-4), 231-238.

Valenzuela, V.H., Herrera, T., Pérez-Silva, E. (2004). Contribución al conocimiento de los macromicetos de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Angel, D.F., México. *Revista Mexicana de Micología*. 18. 61-68.

Villarruel-Ordáz, J.L., Cifuentes, B.J. (2007). Macromicetos de la cuenca del río Magdalena y zonas adyacentes, Delegación Magdalena Contreras, México, D.F. *Revista Mexicana de Micología*. 25. 59-68.

Zonneveld, M., Jarvis, A., Dvorak, W., Lema, G., Leibing, C. (2009). Climate change impact predictions on *Pinus patula* and *Pinus tecunumanii* populations in Mexico and Central America. *Forest Ecology and Management*. 257. 1566-1576.

CAPÍTULO 9

PREVENCIÓN DE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN TEMOZÓN YUCATÁN

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 04/11/2020

Delghi Yudire Ruiz Patrón

Tecnológico Nacional de México/Instituto
Tecnológico Superior de Valladolid
Valladolid, México
ORCID: 0000-0001-8864-7615

Miguel Ángel Alonso Cuevas

Tecnológico Nacional de México/Instituto
Tecnológico Superior de Valladolid
Valladolid, México
ORCID: 0000-0002-6260-1106

Lucila Guadalupe Aguilar Rivero

Valladolid, México
Tecnológico Nacional de México/Instituto
Tecnológico Superior de Valladolid
ORCID: 0000-0002-4686-4053

Ruth Guadalupe Quintero Vargas

Campeche, México
Universidad Autónoma de Campeche
ORCID: 0000-0001-6259-4949

José Efraín Ramírez Benítez

Universidad Autónoma de Campeche
Campeche, México
ORCID: 0000-0001-6600-5865

Sergio Javier Meléndez García

Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Morelos, México
ORCID: 0000-0002-6546-4346

RESUMEN: Los desastres de origen natural ocasionan cuantiosas pérdidas influyendo negativamente en los medios de vida de las personas. El objetivo fue elaborar un paquete digital para la prevención de riesgos hidrometeorológicos a nivel municipal. Se realizaron visitas de campo a doce localidades del municipio para obtener información de los peligros, causas de exposición y vulnerabilidad de la población tomando como referencia los objetivos de desarrollo sostenible, se utilizaron cuestionarios y bitácoras de observación para la colecta de información, se revisaron bases de datos de registros de peligros ocurridos en la zona de estudio, se utilizó el software Mapa Digital de México para la elaboración de mapas. El paquete digital incluye un software alimentado con información relevante y actualizada del municipio sobre riesgos hidrometeorológicos, un manual y reporte escrito de las condiciones de riesgos naturales del municipio con la finalidad que sirva como herramientas para mejorar la Gestión de Riesgo Local.

PALABRAS CLAVE: Gestión, Riesgos, Hidrometeorológicos, Prevención.

PREVENÇÃO DE RISCOS HIDROMETEOROLÓGICOS EM TEMOZÓN YUCATÁN

RESUMO: Os desastres naturais causam grandes perdas, afetando negativamente os meios de subsistência das pessoas. O objetivo era desenvolver um pacote digital para a prevenção de riscos hidrometeorológicos em nível municipal. Foram realizadas visitas de campo a doze municípios do município para obter

informações sobre os perigos, causas de exposição e vulnerabilidade da população, tendo como referência os objetivos do desenvolvimento sustentável, foram utilizados questionários e registros de observação para a recolha de informações, foram revistas bases de dados. A partir de dados de registros de perigos ocorridos na área de estudo, o software Digital Map of Mexico foi utilizado para preparar mapas. O pacote digital inclui software alimentado com informações relevantes e atualizadas do município sobre os riscos hidrometeorológicos, um manual e um relatório escrito das condições naturais de risco do município com o objetivo de servir como ferramentas para melhorar a Gestão do Risco Local.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão, Riscos, Hidrometeorológico, Prevenção.

PREVENTION OF HYDROMETEOROLOGICAL RISKS IN TEMOZÓN YUCATÁN

ABSTRACT: Natural disasters cause heavy losses, negatively impacting people's livelihoods. The objective was to develop a digital package for the prevention of hydrometeorological risks at the municipal level. Field visits were made to twelve towns in the municipality to obtain information on the dangers, causes of exposure and vulnerability of the population, taking the sustainable development objectives as a reference, questionnaires and observation logs were used to collect information, databases were reviewed from data from records of hazards that occurred in the study area, the Digital Map of Mexico software was used for mapping. The digital package includes software fed with relevant and updated information from the municipality on hydrometeorological risks, a manual and a written report of the natural risk conditions of the municipality with the purpose of serving as tools to improve Local Risk Management.

KEYWORDS: Management, Risks, Hydrometeorological, Prevention.

1 | INTRODUCCIÓN

La gestión del riesgo es un tema transversal fundamental para lograr las metas del desarrollo sostenible a través del seguimiento y aplicación del Marco de Sendai principal referente internacional, para prevenir y reducir las catástrofes ambientales que puedan tener un impacto significativo en la sociedad (Oficinas de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgos de Desastres [UNISDR], 2015).

Latinoamérica y especialmente México, son áreas altamente vulnerables a fenómenos naturales de tipo geológico e hidrometeorológico que son agravados por el cambio climático. Los fenómenos hidrometeorológicos tienen una estrecha relación con el cambio climático. Como consecuencia, se ha observado y se esperan modificaciones en los regímenes de precipitación en muchas regiones e incrementos de la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos; lo cual, afectará las actividades productivas en cada región con énfasis en las primarias (IPCC, 2014), ejemplo de esto es la interacción entre huracanes e incendios forestales en los bosques tropicales que ocurre desde hace millones de años (López et al., 1990; Myers y Van Lear, 1998).

La región sureste de México es una de las principales zonas de embate de fenómenos naturales, se encuentra dentro de las 5 regiones con mayor exposición a fenómenos naturales de tipo hidrometeorológico del planeta, y además presenta variación de la temperatura en diferentes temporadas estacionales lo que propicia periodos de incendios forestales y sequías. Durante el primero y segundo año después del paso de los huracanes más peligrosos de las últimas 4 décadas (Gilberto en 1988, Opal-Roxane en 1994, Isidoro en 2002 y Wilma-Stan en 2007, Dean en 2007) se presentaron gran incidencia de incendios forestales, se calcula que consumieron cerca de siete millones de hectáreas de selvas y pastizales entre 1992-2008 (Patrón, Benítez y García, 2020, p. 5).

Entre los años 2000 a 2018 fueron mencionados en las declaratorias de emergencias federales de desastres naturales 2050 municipios, siendo afectados en un 84.1% por fenómenos hidrometeorológicos y en un 15.9% por fenómenos de origen geológico (Programa de la Organización de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos [ONU-HABITAT], 2019).

En cuanto a las afectaciones materiales, 1.4 millones de viviendas sufrieron daños por fenómenos hidrometeorológicos (82.6%) y geológicos (17.4%) ocurridos entre 2000 y 2016, incluyendo los sismos de 2017 (Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED], 2016; CENAPRED, 2017). Estas estadísticas indican que los fenómenos naturales representan una amenaza a los centros poblacionales en el país.

Durante el primero y segundo año después del paso de los huracanes más Peligrosos de las últimas 4 décadas (Gilberto en 1988, Opal-Roxane en 1994, Isidoro en 2002 y Wilma-Stan-Dean en 2007) se presentaron gran incidencia de incendios forestales, se calcula que consumieron cerca de siete millones de hectáreas de selvas y pastizales entre 1992-2008.

Derivado del impacto en la Península de Yucatán del huracán Isidoro en 2002, que dejó grandes pérdidas económicas, sociales y ambientales en la región, se abordó de una forma más seria y organizada el tema de peligros a nivel Federal (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2014).

Para el cumplimiento del objetivo 1.9 del Plan Nacional de Desarrollo (PND, 2019) de México, se tiene el interés de trabajar en el tema de Gestión de Riesgos desde nivel estatal y municipal, una de las metas es que en los próximos años es mejorar en la planeación territorial, a través de que las municipalidades actualicen sus atlas de peligros a atlas de riesgos que incluye un estudio más profundo relacionado con las condiciones de las poblaciones y no solo de los factores climáticos y geológicos que son poco predecible en comparación de las situaciones poblacionales que pueden ser manejables para reducir el riesgo de la población.

Actualmente en el municipio de Temozón no se cuenta con información sobre la gestión de riesgos, lo que explica los impactos social, económico y ambiental de diversos fenómenos naturales ocurridos en un pasado cercano. Lo anterior se ha traducido en

problemas sociales como la pobreza, falta de empleo, alimentación e incremento de enfermedades, de ahí radica la importancia de generar información a nivel local sobre inclemencias climáticas, tecnológicas y de salud para poder diseñar estrategias de gestión de riesgos encaminados a mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio.

Es por ello que en el presente estudio tuvo como objetivo elaborar un paquete digital con información actual y real sobre las condiciones de riesgos hidrometeorológicos a nivel municipal, con la intención de proveer de herramientas de planeación territorial y urbana al municipio, como herramientas para comenzar a realizar estrategias de gestión de riesgo local enfocados a los peligros naturales que más afectan a su área geográfica y a la población más vulnerable, es importante mencionar que la mayoría del contenido de este trabajo fue publicado en Ruiz, Alonso, Aguilar, Quintero, Meléndez y Ramírez (2020).

2 | METODOLOGÍA

El proceso establece los procedimientos y actividades que contemplaron el trabajo realizado, considerando el tiempo, los recursos, el proceso y la coordinación.

El Municipio de Temozón se encuentra ubicado en la zona nororiente del estado de Yucatán, entre los paralelos 20° 48" y 20° 57" de latitud norte y los meridianos 87° 47" y 88° 16" de longitud oeste (Figura 1), tiene 15503 habitantes, 3836 viviendas y catalogado como un municipio con alta marginación; el 58% de la población son adultos y el 42% menores de edad, del primer grupo, 14% de ellos son considerados adultos mayores (más de 60 años), lo que representa un 8% del total de la población (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2015).

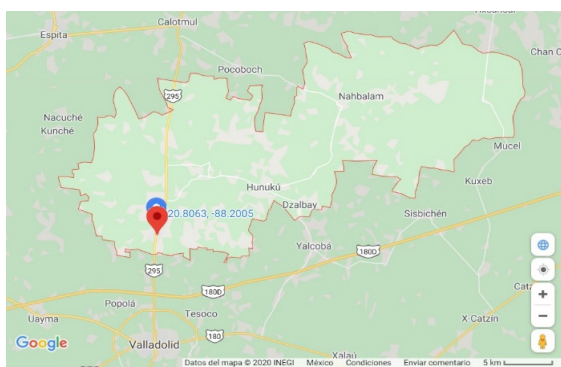


Figura 1. Ubicación georreferenciada del Municipio de Temozón.

Fuente: Google maps (2020).

Para la determinación del tamaño de la muestra de estudio, se utilizó la fórmula de estimación para una muestra finita según Herrera (2011), presentada en la Ecuación 1.

$$n = \frac{(N \times Z^2 \times p \times q)}{d^2(N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Elementos de la fórmula:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población o universo de trabajo.

Z = Constante asociada al nivel de confianza (1.96 si la confianza es 95 %).

p = es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que p=q=0.5 que es la opción más segura

q= 1-p (en este caso 1-0.5=0.5)

d= Precisión (5%=0.05).

Sustituyendo la Ecuación 1 se tiene:

$$n = \frac{(15503)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.05)^2(15503-1) + ((1.96)^2 + (0.5)(0.5))} = 374.89 = 374.89 \quad \text{Ecuación (1.1)}$$

Con un 95% de confianza y 5% de error se obtiene un tamaño de muestra de 375 personas (Ecuación 1.1).

Para elegir los elementos (muestra) que representen la población (375 personas Temozón), se realizó un muestreo estadístico aleatorio estratificado.

La metodología para el cálculo de riesgos por fenómenos naturales se diseñó mediante el referente del modelo de estudio propuesto por Socorro (2012), en el que se toma en cuenta la metodología de la norma ISO 31000:2009, adicionalmente se utilizó las necesidades del Marco de Sendai (UNISDR, 2015) de forma transversal (es la referencia que la ONU utiliza para el cumplimiento de los ODS sobre el tema de gestión de riesgo).

Las variables por consideradas en esta investigación están en función al cálculo semi-cuantitativo de los indicadores estudiados, y siguiendo la metodología de análisis de riesgo de protección civil de México se calculó aplicando la Ecuación 2:

$$R = P \times E \times V \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

R = Riesgo (probabilidad de ocurrencia).

P = Peligro

E = Exposición

V = Vulnerabilidad.

Los tipos de peligros analizados en esta investigación son exclusivamente de origen natural, se seleccionarán los que hayan tenido algún registro de ocurrencia en

dependencias oficiales, entre los fenómenos naturales a considerar se encuentran tormenta tropical, granizada, descargas eléctricas, inundación, sequía, ciclones, sismos, deslaves, deslizamiento de tierra, a cada uno se le identificó su intensidad y período de ocurrencia.

Se utilizaron metodologías basadas en Balica (2012) para realizar una representación gráfica con índices entre 0 y 1 siendo los valores cercanos a 0 los que representan una vulnerabilidad casi nula, y los valores cercanos a 1 los que indican una vulnerabilidad alta (Hernández-Uribe, Barrios-Piña y Ramírez, 2017). Y se siguió la construcción de índices de riesgo, peligro, exposición y vulnerabilidad según Greco & Martino (2016) quienes utilizaron cuatro clases: muy alta, alta, moderada y baja.

En este estudio, la estratificación para las cuatro variables (Riesgo, Peligro, Exposición y Vulnerabilidad) se realizó en cuatro niveles de forma cualitativa denominados: bajo, medio, alto y muy alto (identificados en el mismo orden por los colores verde, amarillo, naranja y rojo), de forma cualitativa, y de forma cuantitativa según los rangos de probabilidad de 0-0.25, 0.26-0.50, 0.51-0.75 y 0.76-1.00 respectivamente, siendo el 1.00 la posibilidad de ocurrencia del 100%. (ver Tabla 1).

Color	Cualitativa	Numérica	Probabilidad
Rojo	Muy alto	4	1.00
Naranja	Alto	3	0.75
Amarillo	Moderado	2	0.5
Verde	Bajo	1	0.25

Tabla 1. Escalas cualitativas y cuantitativas de valoración de variables (Riesgo, Peligro, Exposición y Vulnerabilidad).

Fuente: elaboración propia, basado en la metodología propuesta por CENEPRED (2014) y Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENAPRED], (2014).

Todos los instrumentos de recolección de datos mencionados anteriormente fue necesario diseñarlos; y ajustarlos, para lo cual, se le analizó primero la validez y confiabilidad de los instrumentos aplicables a la muestra poblacional (esto se realizó únicamente a la encuesta a la población, ya que se trabajó con una muestra de ésta), la validez se analizó mediante la técnica de juicios de expertos y la confiabilidad por el estadístico de Alfa de Cronbach.

Los datos obtenidos a través de los instrumentos se vaciaron en el software estadístico IBM SPSS 22®, para el análisis de la estadística descriptiva. Se utilizaron los estadísticos descriptivos “media” (promedio) y “moda” (en el caso de la identificación del fenómeno natural más recurrente), para identificar la frecuencia de la respuesta de cada uno de los ítems de cada instrumento, y calcular el promedio de las respuestas de la cédula de entrevista aplicada a la población, para poder estimar y analizar las variables de estudio.

La información se analizó por las 12 localidades estudiadas y por el total del municipio para los dos fenómenos naturales más representativos.

En este estudio se detalló una matriz de riesgo para cada una de las variables estudiadas siendo Riesgo, Peligro, Exposición y Vulnerabilidad, enfocadas a cada uno de los ítems relacionados con estas variables que se distribuyeron estratégicamente en los diferentes tipos de instrumentos de investigación, y después se integraron en una matriz concentradora de riesgos por municipio, y cada una de las comunidades estudiadas detallando el peligro natural más sobresaliente para cada una.

El diseño de los mapas base se realizó durante los meses de octubre y noviembre de 2018 en las instalaciones del ITSVA, se trabajó con los siguientes softwares: Google Earth ®, ArcGis ® y Qgis ® Mapa Digital de México del INEGI ® y Microsoft Excel ®.

La elaboración del diseño de los mapas temáticos del municipio fue un trabajo que implicó la consulta y asesoramiento del INEGI, SEDUMA y de expertos en el tema de Sistemas de Información Geográfica. Estos mapas se diseñaron con la finalidad de obtener de manera gráfica y fácil la siguiente información:

- Estadística descriptiva interpretada con tablas y gráficas de servicios, infraestructura, salud, población y carreteras por cada localidad.
- Imágenes cartográficas exportables para realizar análisis territoriales del municipio y de sus localidades.
- Tablas de atributos con información de la encuesta aplicada a la población.
- Tabla de atributos con información de la lista de verificación aplicada a protección civil y encuesta aplicada al presidente municipal con punto de referencia el palacio municipal de Temozón.

Después se procedió a la realización de mapas zonificados, la técnica aplicada para realizarlos consistió en identificar la trayectoria de los fenómenos naturales que salieron recurrentes en los instrumentos de investigación y bases de datos del municipio y las localidades y la frecuencia con la que se presentan estos fenómenos en el municipio. Se elaboraron por el total de área geográfica del municipio, señalando el resultado individual de cada localidad en relación con los dos fenómenos naturales más poderdantes, se representó en cada mapa el nivel de riesgo.

La entrega final del proyecto al municipio se realizó en el mes de abril de 2019, en la oficina del presidente municipal en turno C. Carlos Koyoc Castillo (administración 2012-2018), se le explicó el proyecto, se le hizo entrega formal del informe técnico de investigación, del manual de utilización y del paquete interactivo que contiene el software alimentado MDM del INEGI ® con la información de riesgos naturales del municipio.

3 | RESULTADOS

Se determinó que los fenómenos naturales de mayor impacto son huracanes, tormentas tropicales, sequías y tormenta eléctrica. En caso de los fenómenos naturales más frecuentes son sequía, tormenta tropical y tormenta eléctrica. Además, según el análisis de riesgo se encontró que los huracanes son los fenómenos naturales de mayor impacto en la localidad.

El paquete digital incluye los entregables realizados al municipio de Temozón una vez terminado el proyecto de vinculación entre el ITSVA y el municipio sobre el Estudio de Riesgo Local por fenómenos Naturales del Municipio de Temozón, que incluía lo siguiente:

- Informe Técnico Final de Investigación.
- Proyecto digital de Gestión de Riesgo Local ante Desastres de origen Natural de Tipo Hidrometeorológicos para 10 localidades del municipio de Temozón.
- Manual específico del proyecto anterior, para la utilización del software Mapa Digital de México (MDM) del INEGI.
- Software MDM INEGI ®.
- Presentación final del proyecto en formato Power Point.
- Mapas de zonificación territorial y temáticos de ciclones tropicales del Municipio de Temozón.

3.1 Mapas Zonificados

En este apartado se muestran los mapas de zonificación territorial generados con la información obtenida tanto de la información documental, como de la base de datos consultas, así como de la información obtenida en la aplicación de los instrumentos de valuación para este proyecto.

La zonificación se puede interpretar mediante el diseño de una tematización determinada por un rango de colores que permite ver en qué localidades hay mayor riesgo de recibir este tipo de siniestros, en relación a los colores que permiten identificar de una manera cualitativa el nivel de susceptibilidad de riesgo para la región.

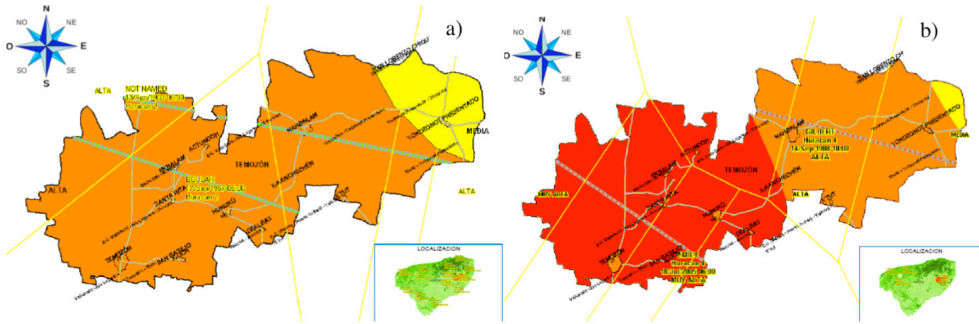


Figura 2. Mapas zonificados de ciclón tropical categoría 2 (a) y categoría 4 (b). Fuente: Elaboración propia en software MDM INEGI ®.

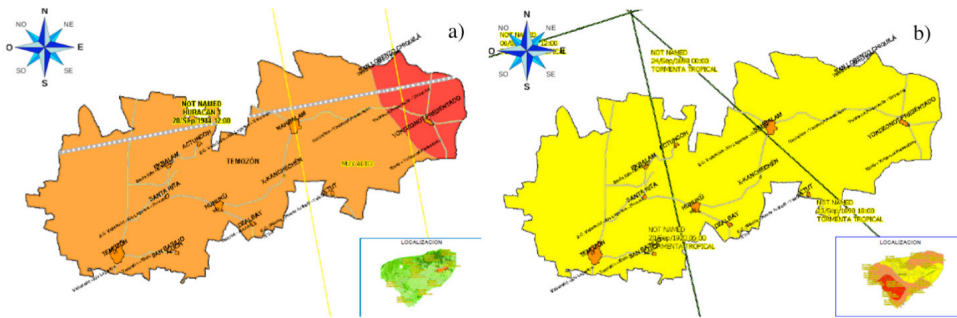


Figura 3. Mapas zonificados de ciclón tropical categoría 1 (a) y tormenta tropical (b). Fuente: Elaboración propia en software MDM INEGI ®.

3.2 Mapas temáticos

Los mapas temáticos son resultado de la interpretación de información correspondiente a la matriz de riesgos, la bitácora de observación e información bibliográfica, fueron generados en el programa del INEGI Mapa Digital de México (MDM) ®, son completamente originales, con gran cantidad de información confiable y fundamentada en investigaciones, estudios y estadísticas del INEGI.

Los mapas temáticos contienen información particular sobre cada una de las localidades estudiadas (12), en el caso de las tres comunidades más grandes que son la cabecera municipal de Temozón (Figura 4), Hunukú y Nahbalam se realizaron dos mapas adicionales en el que se tiene la capa de la herramienta Thiessen y Buffer para señalar las áreas de mayor importancia para evitar riesgos (para el caso del Thiessen) y tener distancias a los puntos de reunión en caso de alguna emergencia (Herramienta buffer), este mapa temático puede ser utilizado para la planeación de simulacros de evacuación.



Figura 4. Mapa temático de vulnerabilidad de la Cabecera Municipal de Temozón, Yucatán.
Fuente: Elaboración propia. en software MDM INEGI ®.

4 | DISCUSIÓN

El nivel de riesgo por desastres de origen natural detectado en el municipio de Temozón es Alto, estos resultados son coincidentes con las afirmaciones que realiza al “Guía Municipal, Estrategia Municipal de Gestión de Riesgos de Desastres” de ONU-HABITAT (2019), en el que afirman que lo municipios con población menor a 50,000 habitantes son las comunidades expuestas a mayores riesgos de origen natural, específicamente puntualizando en la falta de capacidades institucionales a través de los ayuntamientos y Unidades Municipales de Protección Civil.

El contar con un paquete digital con información relevante sobre los riesgos, peligros, exposición y vulnerabilidad de la población permiten que todas las necesidades y carencias expuestas anteriormente puedan ser atendidas con las debidas medidas de planeación, para que el municipio pueda proyectar un plan de gestión de riesgos naturales que sirva para tener planes y programas que se puedan ejecutar antes, durante y después de las emergencias naturales.

5 | CONCLUSIONES

La información diseñada y guardada en el paquete digital principalmente contiene los mapas zonificados de nivel de riesgo municipal incluyendo la susceptibilidad de riesgo de las 12 localidades estudiadas para huracanes y tormentas tropicales, así como los mapas temáticos de la cabecera municipal, Hunukú y Nahbalam, que por extensión territorial y número de habitantes se consideramos de mayor importancia. Ambos tipos de mapas son útiles para la planificación territorial, urbana y específicamente para el manejo de riesgos y toma de decisiones.

Este entregable es un primer paso a la obtención de un plan de gestión de riesgos ya que es información con la que el municipio debe contar para realizar acciones en la mejora de la Gestión de Riesgos de Desastres.

El paquete digital desarrollado es simple, económico y permite obtener de primera mano la percepción del riesgo que tiene la población estudiada, además es replicable e identifica las gestiones realizadas por los municipios dentro del marco de la agenda internacional para reducción de riesgos naturales, así como las áreas de mejora real en las localidades objeto de estudio, mediante el análisis de peligros (tomando en cuenta el aspecto histórico y experiencias empíricas de los habitantes), exposición y vulnerabilidades de la zona de estudio.

Con la información entregada al municipio, se recomienda que el municipio trabaje en una propuesta sería de Plan de Gestión Integral de Riesgos de Desastres que incluya programas, líneas de acción específicas y proyectos que tomen en cuenta las siguientes condiciones sugeridas: Determinar escenarios de los riesgos, y que cada escenario tenga un programa de atención de los peligros con actores específicos que se puedan adelantar a las acciones preventivas, de atención a las emergencias, los objetivos del plan deben verse traducidos a metas concretas para cada uno de los programas propuestos y con bases para la definición de indicadores de impacto.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) por el recurso otorgado para la realización de este proyecto a través de la convocatoria de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos 2019.

REFERENCIAS

Balica, S. **Development and application of flood vulnerability index methodology for various spatial scale. PhD thesis. Delft, Netherlands:** UNESCO-IHE Delft University and Technology. (2012).

CENAPRED **Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. Centro Nacional de Prevención de Desastres.** (2014).

CENAPRED **Impactos Socioeconómico de los Desastres en México durante 2016, resumen ejecutivo.** Coordinación Nacional de Protección Civil/Centro Nacional de Prevención de Desastres/Secretaría de Gobernación. *Recuperado de:* <https://bit.ly/2DnVexk> (2016).

CENAPRED **Declaratorias sobre emergencia, desastre y contingencia climatológica. Datos y Recursos.** Centro Nacional de Prevención de Desastres. *Recuperado de:* <https://bit.ly/2UUTKv9>. (2017).

CENEPRED **Manual para la Elaboración de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales. 2da Revisión, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).** Dirección de Gestión de Procesos (DGP)-Subdirección de Normas y Lineamientos (SNL). Lima Perú. p.19. (2014).

Google maps. **Mapa del municipio de Temozón**. Consultado el 12/09/19 en <https://www.google.com/maps/place/Temoz%C3%B3n,+Yuc./@20.8472001,88.5659709,9.5z/data=!4m5!3m4!1s0x8f5175b6f220752f:0x4845e2d05144f2a718m2!3d20.8019969!4d-88.2007654> (2020).

Greco, M., & Martino, G. **Vulnerability assessment for preliminary flood risk mapping and management in coastal areas**. *Natural Hazards*, 82(1), 7-26. (2016).

Hernández-Uribe, Rubén Ernesto, Barrios-Piña, Héctor, & Ramírez, Aldo I.. **Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac**. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(3), 5-25. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>. (2017).

Herrera, M. C. **Fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finitas**. *Recuperado de: <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1culo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>*. (2011).

INEGI. **Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos. Nacional: 2015-2016**. (2015).

IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). **Summary for policymakers, In Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects**. B.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (Eds.). Pp. 1-1131. New York, NY: Cambridge University Press. (2014).

López P., J., M. Keyes, A González E., F. Cabrera, y O. Sánchez. **Los incendios de Quintana Roo: ¿Catástrofe ecológica o evento periódico?** *Ciencia y Desarrollo* 16(91): 43–57. (1990).

Myers, R. K., and D. H. van Lear. **Hurricane–fire interactions in coastal forests of the south: a review and hypothesis**. *For. Ecol. Manag.* 103: 265–276. (1998).

ONU-HABITAT. **Guía Metodológica Estrategia Municipal de Gestión Integral de Riesgos de Desastres**. Un paso a paso desde la identificación de los riesgos hasta la reconstrucción. Gobierno de México. *Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)*. 182p. (2019).

Patrón, D. Y. R., Benítez, J. E. R., y García, S. J. M. **Gestión de Riesgo Local y Desastres de Origen Natural en Yucatán, México**. *AvaCient*, 4(2), 10-10. (2020).

PND. **Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Ejecutivo Federal. Secretaría de Gobernación**. Publicado en el D.O.F. el 12 de julio de 2019. *Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019* (2019).

PNUD. **10 años del Programa de Manejo de Riesgos en México**. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. 11 pág. (2014).

Ruiz, D.Y., Alonso, M. A., Aguilar, L. G., Quintero, R. G., Meléndez, S., & Ramírez, J.R. **Paquete Digital para Prevención de Riesgos Hidrometeorológicos a Nivel Local**. *Advances in Engineering and Innovation*, 5 (10) (2020).

Socorro Gómez D. E. **Metodología para la gestión de riesgos de desastres en las comunidades, basado en el marco de acción de Hyogo 2005-2015** Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, vol. III, núm. 8, enero-junio, 2012, pp. 61-72. (2012).

UNISDR **Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015-2030. Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgos de Desastres.** *Recuperado de: https://www.eird.org/americas/docs/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf* (2015).

CAPÍTULO 10

ASPECTOS AMBIENTAIS DA REGIÃO DO VALE DO RIO ARAGUAIA NO ESTADO DE GOIÁS –BRASIL

Data de aceite: 01/02/2021

Rildo Vieira de Araújo

Universidade Católica Dom Bosco (UCDB-Campo Grande-MS) e (IFMT-Barra do Garças-MT), Ciência Ambientais, Sustentabilidade Agropecuária e Agrimensura.
<http://lattes.cnpq.br/8724163396459735>

Robert Armando Espejo

Universidade Católica Dom Bosco (UCDB-Campo Grande-MS), Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária.
<http://lattes.cnpq.br/7687668257685795>

Michel Constantino

Universidade Católica Dom Bosco (UCDB-Campo Grande-MS), Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária
<http://lattes.cnpq.br/2196653320939118>

Paula Martin de Moraes

Universidade Católica Dom Bosco (UCDB-Campo Grande-MS), Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária. <http://lattes.cnpq.br/1171589679128931>

Romildo Camargo Martins

Universidade Católica Dom Bosco (UCDB-Campo Grande-MS), Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária
<http://lattes.cnpq.br/3446894276755097>

Ana Cristina de Almeida Ribeiro

Universidade Federal de Mato Grosso-Barra do Garças, Biologia e Faculdade Única (ÚNICA), Ecologia e Biodiversidade
<http://lattes.cnpq.br/6244849447753988>

Gabriel Paes Herrera

Universidade Católica Dom Bosco (UCDB –Campo Grande-MS) e Griffith University, Austrália, Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária
<http://lattes.cnpq.br/0427832372078003>

Francisco Sousa Lira

IFMT-Barra do Garças-MT. Agroecologia, Geografia
<http://lattes.cnpq.br/0419221462834048>

Rafael Mamoru dos Santos Yui

Universidade Católica Dom Bosco (UCDB-Campo Grande-MS), Ciências Biológicas na Universidade Católica Dom Bosco, Sustentabilidade ambiental
<http://lattes.cnpq.br/1491483495039895>

Reginaldo B. Costa

Universidade Católica Dom Bosco (UCDB-Campo Grande-MS), Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária
<http://lattes.cnpq.br/5482602985686580>

RESUMO: A expansão das cidades, com uso do espaço urbano e rural e suas interações com o ambiente (homem e natureza), produz alterações desejáveis e, em muitos casos, indesejáveis ao meio ambiente. O Vale do Rio Araguaia, com suas características de produção agropecuária e turística, carece de estudos que possam detectar e avaliar a preservação e conservação dos recursos naturais e suas relações. A degradação ambiental está ligada a fatores que agravam o uso indiscriminado da terra e dos insumos. Entre eles, podem-se destacar o alto consumo de água

(especialmente superficial), de energia e o desmatamento, que contribuem diretamente na disponibilidade dos recursos hídricos naturais existentes no Brasil. Neste contexto, o presente trabalho analisou características ambientais do Rio Araguaia localizado no estado de Goiás –Brasil. Foi possível observar assoreamentos e desmatamento das matas ciliares em municípios que compõem a nascente e a bacia do rio Araguaia. Seria importante um fortalecimento de políticas públicas capazes de fiscalizar especialmente as faixas de domínio das APPs (áreas de proteções permanentes), afim de preservar e conservar as matas ciliares no percurso do rio.

PALAVRAS-CHAVE: Municípios, degradação, conservação.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE ARAGUAIA RIVER VALLEY REGION IN THE STATE OF GOIÁS - BRAZIL

ABSTRACT: The expansion of cities, with the use of urban and rural space and their interactions with the environment (man and nature), produces desirable and, in many cases, undesirable changes to the environment. The Araguaia River Valley, with its characteristics of agricultural and tourist production, lacks studies that can detect and evaluate the preservation and conservation of natural resources and their relationships. Environmental degradation is linked to factors that aggravate the indiscriminate use of land and inputs. Among them, the high consumption of water (especially surface water), energy and deforestation can be highlighted, which directly contribute to the availability of natural water resources in Brazil. In this context, the present work analyzed environmental characteristics of the Araguaia River located in the State of Goiás - Brazil. It was possible to observe siltation and deforestation of riparian forests in municipalities that make up the source and basin of the Araguaia River. It would be important to strengthen public policies capable of especially inspecting the areas of dominance of the APPs (areas of permanent protection) in order to preserve and conserve the riparian forests along the river.

KEYWORDS: Municipalities, degradation, conservation.

1 | INTRODUÇÃO

As intervenções humanas, até certo ponto, afetam de forma não desejável o meio ambiente, alterando o equilíbrio, os processos naturais e deteriorando a qualidade da vida humana (GRIGOROUDIS; PETRIDIS, 2019). No entanto, ao se reconhecer a finitude dos recursos, torna-se possível trabalhar a economia e a produção associadas à sustentabilidade ambiental.

A região do Vale do Araguaia é referência no comércio, pecuária e agricultura, com destaque para a produção de grãos (soja, milho e feijão), cuja contribuição é importante para a região Centro-Oeste do Brasil. Vale ressaltar que a economia do estado de Goiás cresceu acima da média nacional no primeiro trimestre de 2019, apresentando crescimento de 1,3% diante de 0,5% do Brasil (IMB, 2019b), e parte substancial desse crescimento advém também da participação dos municípios do Vale do Araguaia. Além disso, o setor do turismo, vocação natural da região em foco, tem crescido consistentemente, com ênfase na

biodiversidade e volume de água em seus atrativos, que extrapolam os limites do estado de Goiás, com suas amplas diversidades em relação à fauna e flora.

No que diz respeito à flora, a região do Vale do rio Araguaia vem sofrendo com a degradação ambiental, principalmente em áreas de preservação permanentes (APPs) que protegem os recursos hídricos. Um dos principais agravantes é o desmatamento no bioma Cerrado, que chegou a 713,6 km² no estado de Goiás em 2018, conforme informações do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018). Diante dessas situações, Costa *et al.* (2020) esclarecem que a preservação dessas áreas é essencial para a manutenção do sistema ambiental. Para Ansolin *et al.* (2018), as áreas de preservação permanentes (APPs), sobretudo as matas de galerias ou ciliares que ficam situadas às margens dos recursos hídricos, contribuem para a conservação da qualidade no ciclo hidrológico, impedindo a erosão, por se tratar de uma proteção natural do curso d'água. Nesse contexto, a tomada de decisão é importante para ações de planejamento ambiental, contribuindo para a manutenção da eficiência ambiental dessas áreas de proteção permanente.

Além disso, destaca-se a fauna, em que se identifica uma nova espécie animal endêmica da sub-bacia Araguaia-Tocantins. Trata-se do boto-do-Araguaia (*Inia araguaiaesis* hrbek), uma espécie importante, que contribui com a riqueza da fauna brasileira. Para a sobrevivência de espécies como essa, é preciso conservar o rio Araguaia. Vale ressaltar que, conforme o Ibase (2006), com a retirada da água dos mananciais para abastecer a agricultura, a indústria e as cidades, o fluxo disponível para garantir o funcionamento dos ecossistemas naturais está reduzindo (BRASIL, 2006; HRBEK *et al.*, 2014; DM, 2017; ANA, 2018; MMA, 2020). Entretanto, essa importante região do Brasil, com suas características peculiares, carece de estudos que possam minimizar os impactos naturais.

2 | PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Com o crescimento das cidades, os problemas socioambientais aumentam, expondo o território a riscos de degradações ambientais, o que se dá principalmente pela relação homem-natureza. A crise ambiental constitui um fato contemporâneo importante que envolve vários aspectos relacionados, tais como: os limites do crescimento econômico e populacional; desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; pobreza e desigualdade social (LEFF, 2003). A demanda global dos recursos naturais é proveniente de uma formação econômica alicerçada na produção e consumo em larga escala, constituindo-se no principal fator responsável pela exploração da natureza (BRASIL, 2015).

Para acompanhar o crescimento das cidades de forma sustentável, torna-se importante um bom planejamento ambiental, com política de estado. Franco (2001) é enfático ao afirmar que o planejamento ambiental é fundamental para a preservação e conservação dos recursos naturais nos territórios, com vistas à sua própria sobrevivência e proteção. Sousa (2018) destaca a diferença entre a proteção ambiental e conservação

ambiental. Em relação à preservação, a natureza é intocável, não sendo permitidos o desmatamento, a caça ou fazer qualquer modificação. A conservação, por sua vez, é um sistema mais flexível, por ser permitido o uso da natureza de forma sustentável.

No Brasil, há várias leis estabelecendo áreas de proteção ambiental (APAs). Trata-se de espaços do território brasileiro, assim definidos e delimitados pelo poder público (União, Estado ou Município), cuja proteção se faz necessária para garantir o bem-estar das populações presentes e futuras de forma ecologicamente equilibrada e, ao mesmo tempo, contribuir para a conservação das bacias hidrográficas.

A UNESCO (2003) já alertava que a Terra, com suas configurações de vida diferentes e abundantes, contendo mais de 6 bilhões de seres humanos, está passando por uma demanda de água. Vários dados mais recentes mostram que esse cenário vem se agravando. Um deles é o aumento da população, que chegou a 7,6 bilhões em 2017, piorando mais essa crise, o que requer a implementação de ações concretas. A crise advém de gestão ineficiente do seu uso, incluindo a poluição dos mananciais com depósitos de resíduos sólidos e líquidos, assim como a supressão contínua da vegetação autóctone. Estima-se que 120 mil km³ de água doce com potencialidade de uso pelo homem estão contaminados e que 2 bilhões de seres humanos em 48 países não terão água suficiente em 2050, com o aumento da poluição (UNESCO, 2003; UNESCO, 2018).

O mundo atual requer, a cada dia, ações voltadas para a proteção e conservação do meio ambiente. A preocupação ambiental vem sendo tratada no âmbito internacional desde a realização da Conferência de Estocolmo, em 1972, e, a partir de então, assuntos relacionados à sustentabilidade vêm ganhando foco. Em base conceitual, o tema refere-se à existência de condições ecológicas necessárias para dar suporte à vida humana e animal, proporcionando bem-estar para as atuais e futuras gerações (LÉLÉ, 1991). A sustentabilidade envolve conceito normativo sobre a maneira como os seres humanos devem pensar e agir em relação à natureza e o quanto são responsáveis pela qualidade de vida individual e coletiva (AYRES, 2008).

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED, 1992) resultou na Agenda 21 Global, que pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Nesse sentido, o instrumento ajudou, entre outros aspectos, a incentivar ações de gestão sustentável da água (BRASIL, 2018). Nesse contexto, Nababan *et al.* (2015) lembram que a degradação de áreas se tornou tema discutido em vários países, enfatizando a economia verde como forma de manutenção dos recursos naturais, mitigando as perdas, mantendo-se a produtividade, aumentando ecossistemas resilientes, identificados pelos seguintes indicadores: intensidade energética *per capita*; intensidade energética por unidade de renda bruta; e intensidade de emissões atmosféricas.

No Brasil, a publicação da Lei nº 6.938, em 31 de agosto de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, constituiu um marco importante das ações para a conservação ambiental. Além disso, o país dispõe de leis que tratam das obrigações que as empresas e instituições públicas necessitam cumprir. Uma delas é a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, na qual são definidas as diretrizes relativas à gestão e ao gerenciamento dos resíduos (SILVEIRA, 2017).

3 I CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: ESTADO DE GOIÁS-BRASIL

Goiás é o sétimo maior estado do país em extensão territorial, ocupando uma área da unidade territorial de 340.203,329 km² e apresentando uma densidade demográfica, segundo o censo de 2010, de 17,65 hab/km², para uma população com 6.003.788 habitantes. Situado na região Centro-Oeste, faz divisa com Tocantins, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal. Totaliza 246 municípios (IMB, 2019; GOIÁS, 2020a; IBGE, 2020).

O estado de Goiás está entre os maiores produtores de soja, sorgo, milho, feijão, cana-de-açúcar e algodão em nível nacional. A modernização agrícola, a partir dos anos 1980, foi um dos fatores que estimularam o desenvolvimento da agricultura goiana. Em 2019, a agropecuária impulsionou o Produto Interno Bruto (PIB), com um crescimento de 4,1% em relação a 2018, sendo o setor com melhor avaliação nesse período (a indústria cresceu 2,8% e os serviços, 2,2%). No total, o PIB goiano cresceu 2,5% no ano de 2019, em comparação com 2018, índice bem acima do nacional, que foi de 1,1% (IMB, 2019).

O rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* da população residente no estado de Goiás, em 2014, foi de R\$ 1.031,00, em 2016 de R\$ 1.140,00, e em 2019 terminou com R\$1.306,00, ficando em 11º no *ranking* de classificação em relação aos outros estados da federação. É bom destacar que no ano de 2019 o Distrito Federal foi o que teve o melhor desempenho, com o valor de R\$ 2.686,00, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Em 2014, foram gerados 42.024 postos de trabalho, número que caiu um pouco em 2015 (41.921), o que revela que a manutenção do emprego e renda contribui de forma direta para o desenvolvimento socioeconômico de uma região, além de impulsionar o aumento do índice de desenvolvimento humano (IDH), que no estado de Goiás é de 0,735 (IBGE, 2020).

4 I NASCENTE E CIDADES ADJACENTES AO VALE DO RIO ARAGUAIA, LOCALIZADAS NO ESTADO DE GOIÁS

A região do Vale do Rio Araguaia está situada em uma das principais bacias hidrográficas brasileiras, quer seja pela localização às margens do rio ou ainda por estar adjacente aos seus afluentes, e compreende diversos municípios. Desde sua nascente, na Serra do Cipó, nos municípios de Mineiros (GO) e Alto Taquari (MT), o rio Araguaia

tem 2.114 km de extensão. Para este estudo foram determinadas duas regiões do estado de Goiás: região Noroeste (cidades adjacentes e pertencentes à região do Vale do Rio Araguaia) e região Sudoeste (cidades pertencentes à região da nascente do Rio Araguaia) (IMB, 2018). A Figura 1 mostra a localização dos municípios adjacentes ao rio Araguaia.

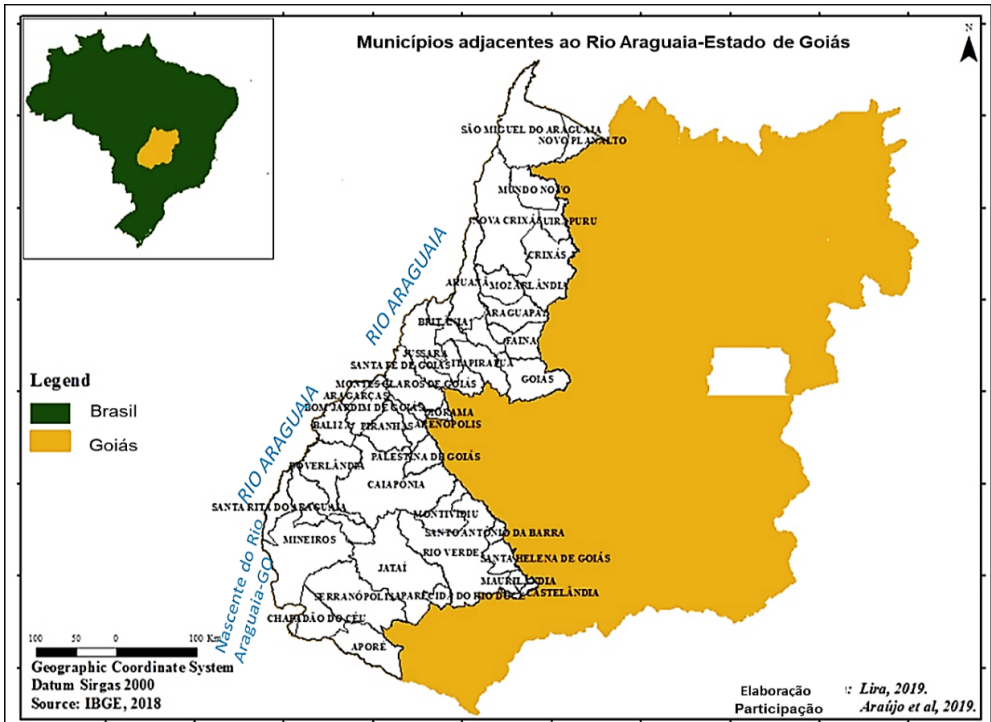


Figura 1 - Localização dos municípios adjacentes ao rio Araguaia
Fonte: BRASIL, 2018. Elaborado por Francisco Lira e Rildo Araújo, 2019.

Os municípios do estado de Goiás supracitados na figura 1, contabilizam juntos 721.819 habitantes e se destacam pela forte vocação turística, com diversas belezas naturais da região (cachoeiras, corredeiras, praias, natureza contemplativa, pesca esportiva, entre outras). Em relação às ameaças, há registros de desmatamentos, assoreamento conforme visualizado na figura 2, pesca intensiva, dragagem para hidrovias, supressão de mata ciliar, aumento dos taludes do rio, resíduos sólidos e líquidos deixados por turistas, além de projetos de construções de hidrelétrica (MOSS; MOSS, 2007).



Figura 2- Rio Araguaia municípios de Aragarças- GO, Pontal do Araguaia-MT e Barra do Garças -MT

Fonte: Câmara Municipal de Pontal do Araguaia-MT,2016.

Em relação à economia, essas regiões contribuem para o desenvolvimento do estado de Goiás, destacando-se os municípios de Rio Verde e Jataí, localizados na circunscrição sudoeste da nascente do rio Araguaia, que em 2017 exportaram juntos US\$ 1.271.105,18, e o município de Mozarlândia, localizado na circunscrição noroeste da bacia hidrográfica do Araguaia, que exportou o valor de US\$ 218.184,45. Essas regiões estão no *ranking* dos dez maiores municípios goianos em exportação em 2017, totalizando juntos um valor de US\$ 1.489.289,64 de produtos exportados e atendendo a 154 países (IMB, 2018).

5 | PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO VALE DO RIO ARAGUAIA

Com a aprovação da Lei Federal nº 9.984 de julho de 2000, criou-se a Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A ANA tornou-se importante para definir políticas de gerenciamento dos recursos hídricos dos municípios, estados e federação (ANA, 2011).

Estima-se que, em 2035, cerca de 40% da população mundial conviverá em uma área sujeita a estresse hídrico, em que a procura de água por habitante é maior que a capacidade de oferta desse recurso (RIBEIRO *apud* JORNAL DA USP, 2019). A terra possui volume finito de água potável, que é naturalmente mal distribuída ao redor do mundo. Afora essa realidade, fatores como seca, inundação, crescimento populacional,

contaminação, entre outros, vêm afetando significativamente o abastecimento de água, que pode se agravar e não atender adequadamente às necessidades das pessoas (WATER EDUCATION FOUNDATION, 2018).

Um importante recurso hídrico do Brasil que necessita de atenção, preservação e conservação é o rio Araguaia. A Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia possui uma área de drenagem de 918.822 km² (11% do país) e inclui os estados do Pará (30%), Tocantins (30%), Goiás (21%), Mato Grosso (15%) e Maranhão (4%), além do Distrito Federal (0,1%), perfazendo um total de 409 municípios (PERHGO, 2015; ANA, 2018). A Figura 3 mostra as bacias hidrográficas do estado de Goiás, incluindo a do rio Araguaia.

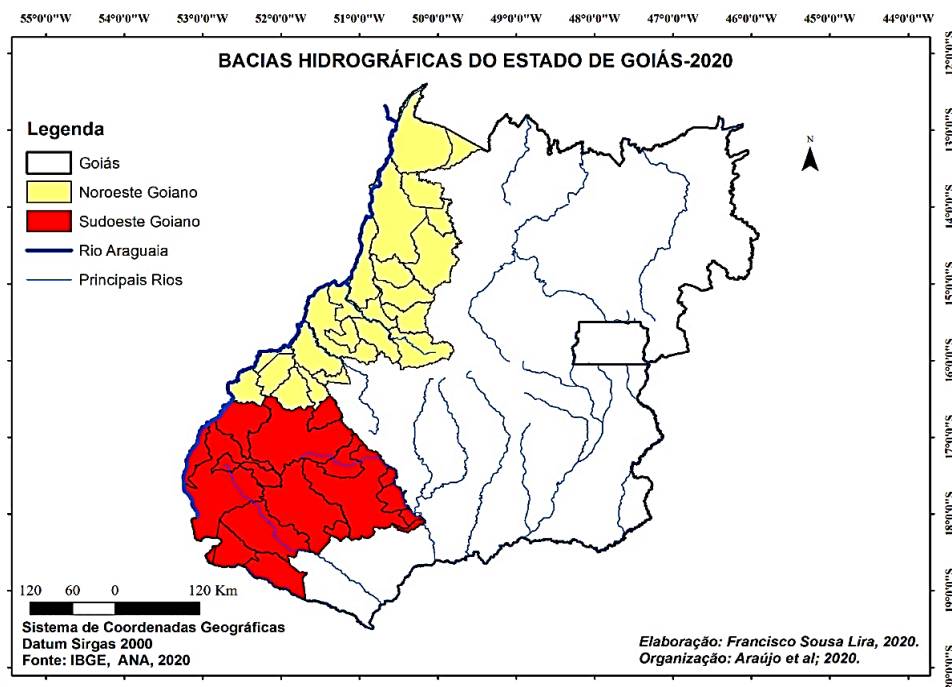


Figura 3 - Bacias Hidrográficas do Estado de Goiás

Fonte: BRASIL, 2018. Elaborado por Francisco Lira e Rildo Araújo, 2019.

Para contribuir com a preservação dos recursos hídricos do Brasil, foram criadas as unidades de conservação (UC). Quando implementada, a UC é utilizada como reserva natural, que compreende a preservação da fauna e flora, visando ajudar na estabilização do regime de precipitação de chuvas com a retenção da água no subsolo e lençóis freáticos (MMA, 2015).

A região do rio Araguaia abrange unidades de uso sustentável e parques estaduais federais, conforme a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

de Goiás (SEMAD, 2020). As unidades de conservação (UC) são extensões territoriais, abrangendo seus recursos ambientais, com distinções naturais proeminentes, originadas e privadas pelo Poder Público com finalidades de conservação, contribuindo com a conservação de espécies e para estudos didáticos que visem à percepção ambiental de forma sustentável (SEMAD, 2020).

As unidades de conservação da região do rio Araguaia são distribuídas em dois grupos: *unidades de proteção integral* e *unidades de uso sustentável*. O objetivo das unidades de proteção integral é preservar a natureza, sendo admitido somente o uso indireto dos seus recursos naturais. Um exemplo, conforme mostrado na Figura 4, é a unidade de conservação Parque Nacional das Emas, localizado nos municípios de Mineiros (nascente do rio Araguaia), Chapadão do Céu, Serranópolis, no estado de Goiás, e Alto Taquari e Costa Rica, no estado de Mato Grosso do Sul, originado do Decreto nº 49.875, de 11 de janeiro de 1961 (SEMAD, 2020).

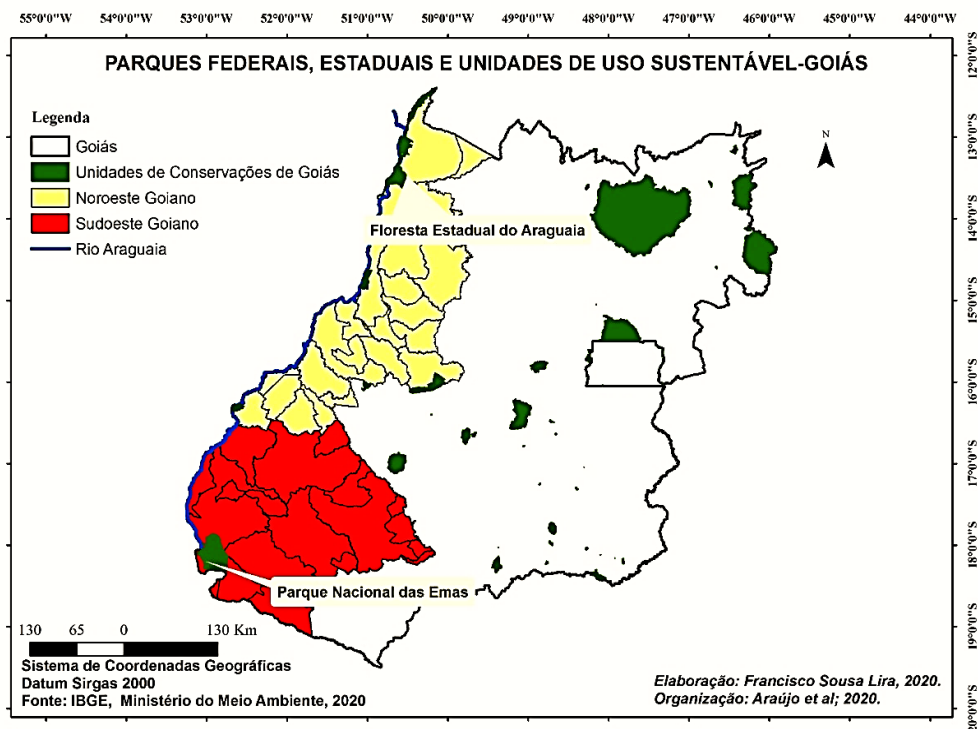


Figura 4 - Parques Federais, Estaduais e Unidades de Uso Sustentável do Estado de Goiás

Fonte: BRASIL, 2018. Elaborado por Francisco Lira e Rildo Araújo, 2019.

Com as *Unidades de uso sustentável* tem-se por finalidade agrupar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos seus recursos naturais. Um exemplo é a área de preservação ambiental denominada Floresta Estadual do Araguaia, criada pelo Decreto Estadual nº 5.630, de 2 de agosto de 2002. Localiza-se nos municípios de São Miguel do Araguaia e Nova Crixás, estado de Goiás, e possui uma área de 3.576.440 km², que também se destaca na Figura 4 (SEMAD, 2020).

6.1 OCUPAÇÃO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NAS ADJACÊNCIAS DOS RECURSOS HÍDRICOS

O índice entre 64% e 71% de área úmida natural foi o que se se perdeu no mundo desde o ano de 1960, em virtude de ações humanas, impactando diretamente na degradação dos recursos hídricos local, regional e global, sendo um dos principais desafios de políticas públicas hídricas. Ainda que 30% das terras globais permaneçam ainda com florestas, dois terços dessa região estão em degradação, atingido diretamente a eficiência ambiental desses municípios (UNESCO, 2018).

Diante dessas situações, medidas preventivas, de controle de desmatamentos nos municípios e conservação das áreas de preservação permanente (APP), são importantes para a eficiência ambiental e conservação dos recursos hídricos. No Brasil, em 2019 foi desmatado um total de 1.218.708 hectares (12.187 quilômetros quadrados) de vegetação nativa, sendo que mais de 30% estão no Cerrado (AGÊNCIA SENADO, 2020).

As áreas de preservação permanente foram instituídas pelo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012) e consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicos ou privados, urbanos ou rurais, cobertos ou não por vegetação nativa (BRASIL, 2020). Para Bittencourt *et al.* (2018), as áreas de preservação permanente (APP), de acordo com o terceiro Código Florestal, de 2012, são áreas territorialmente protegidas, com as funções de preservar os recursos hídricos, garantir a estabilidade geológica, manter a biodiversidade e promover o bem-estar das populações.

Para Borges *et al.* (2011), a preservação da APP é de fundamental importância na gestão de bacias hidrográficas, pois contribui para a estabilidade dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos, visando dar condições de sustentabilidade à agricultura. De acordo com Pyron, Muenich e Casper (2020), grandes rios são essenciais para a biodiversidade de uma região e para a população. Apesar disso, fatores ligados a esgoto industrial e municipal, desvio do curso hídrico e desmatamento têm afetado diretamente esse recurso natural de forma sistemática. Todos esses impactos estão presentes e até se expandindo nas bacias em grandes regiões do Brasil.

Para reduzir esses impactos, políticas públicas que firmem ações direcionadas para a conscientização e fiscalização das faixas de preservação ambiental ao longo dos recursos

hídricos são necessárias, respeitando o novo código florestal. Conforme limites definidos pelo novo código florestal, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular (incluído pela Lei nº 12.727, de 2012), são estabelecidas conforme a forma apresentada na Tabela 1:

Largura do curso d'água (metros)	Largura da APP (metros)*
Menos de 10	30
Entre 10 e 50	50
Entre 50 e 200	100
Entre 200 e 600	200
Maior que 600	500

Tabela 1 - Largura das áreas de preservação permanente (APPs) em função da largura dos cursos d'água

Fonte: BRASIL, 2020.

As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais têm faixa com largura mínima de: a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas. Nesse contexto, a vegetação das APPs desempenha os importantes papéis ecológicos de proteger e manter os recursos hídricos, de conservar a diversidade de espécies de plantas e animais, e de controlar a erosão do solo e os consequentes assoreamento e poluição dos cursos d'água (BRASIL, 2013).

Porém, seria importante um fortalecimento de políticas públicas capazes de fiscalizar essas faixas de domínio nos recursos hidrográficos, a fim de minimizar a degradação ambiental em municípios, o que implicaria o uso de ferramentas importantes nesse processo, como o planejamento e a tomada de decisões ambientais. O planejamento ambiental é o processo de avaliar como os fatores sociais, políticos, econômicos e de governo afetam o ambiente natural ao se considerar o desenvolvimento (ENVIRONMENTAL PLANNING & DECISION MAKING: DEFINITION & COMPONENTS, 2013).

7 | CONCLUSÃO

De maneira geral, os municípios do vale do rio Araguaia requerem políticas públicas que promovam o desenvolvimento e conciliem economia e meio ambiente, com o objetivo de minimizar o consumo dos recursos naturais. Esperamos que esse estudo possa auxiliar os gestores de políticas ambientais no uso e conservação dos recursos naturais remanescentes em áreas sensíveis de expansão urbana e rural nesta importante região do Brasil.

Seria importante um fortalecimento de políticas públicas capazes de fiscalizar principalmente as faixas de domínio nos recursos hidrográficos conforme medidas estabelecidas pelo novo código florestal, a fim de minimizar a degradação ambiental conservando e preservando as matas ciliares.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SENADO. Dia Nacional do Cerrado: projetos reforçam leis para proteção do bioma. 2020. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/09/10/dia-nacional-do-cerrado-projetos-reforcam-leis-para-protacao-do-bioma>. Acesso em: 26 out. 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, DF: ANA, 2018. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/abr_nacional.htm. Acesso em: 20 fev. 2018.

ANSOLIN, R.D. *et al.* Valoração ambiental em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Passaúna, Estado do Paraná. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, p. 118-127, 2018. DOI: 10.5965/223811711712018118.

AYRES, R. U. Sustainability economics: Where do we stand? **Ecological Economics**, v. 67, n. 2, p. 281-310, 2008.

BITTENCOURT, G. F. M. *et al.* Conflict of use and land coverage in Areas of Permanent Preservation in the city of Niterói, RJ/Conflito do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente na cidade de Niterói, RJ. **Geo Uerj**, no. 33, 2018, p. NA. *Gale Academic OneFile*.

BORGES, L. A. C., REZENDE, J. L. P.; COELHO JUNIOR, J. A.; MOREIRA, L.; BARROS, D. A. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1202-1210, 2011. doi.org/10.1590/S0103-84782011000700016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia**, Brasília: MMA, 2006.

BRASIL. **Relatórios dinâmicos de indicadores municipais e estaduais**. 2010. Disponível em: <http://www.portalodm.com.br/sintese-estadual-goias-objetivosde-desenvolvimento-do-milenio-odm--bp--289--np--12.html>. Acesso em: 13 fev. 2013.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393 de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 25 maio 2012.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Proteção da vegetação nativa. 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 1º set. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Subsídios para a Construção da Política Nacional de Saúde Ambiental**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL. Presidência da República do Brasil. **Relatório Nacional Voluntário sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2017. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/15801Brazil_Portuguese.pdf. Acesso em: 1º set. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**. 2018. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>. Acesso em: mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas de Preservação Permanente Urbanas**. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/%C3%A1reas-de-prote%C3%A7%C3%A3o-permanente.html>. Acesso em: 1º out. 2020.

CÂMARA MUNICIPAL DE PONTAL DO ARAGUAIA. **História**. 2016. Disponível em: <https://www.pontaldoaraguaia.mt.leg.br/institucional/historia>. Acesso em 16 Nov.2020.

COSTA, C.; FRANÇA, D.; SILVA, Q.; SANTANA, R.; TEIXEIRA, E. Uso e ocupação das áreas de preservação permanente e o perigo de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil, São Luís, Maranhão. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 11, n. 37, p. 229-247, 2020. doi:<https://doi.org/10.5902/2236499438074>.

DM – Diário da Manhã (jornal). **Proteção do rio Araguaia**. Goiânia, 30 mar. 2017. Disponível em: <http://www.dm.com.br/cotidiano/2017/03/protecao-do-rio-araguaia.html>. Acesso em: 28 maio 2019.

ENVIRONMENTAL PLANNING & DECISION MAKING: DEFINITION & COMPONENTS. Study.com. Sept. 18, 2013. Disponível em: <https://study.com/academy/lesson/environmental-planning-decision-making-definition-components.html>. Acesso em: 8 jan. 2019.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume; FAPESP, 2001.

GOIÁS. **Setor agropecuário alavanca PIB goiano em 2019**. Disponível em: <https://www.agricultura.go.gov.br/comunica%C3%A7%C3%A3o/not%C3%ADcias/3235-setor-agropecu%C3%A1rio-alavanca-pib-goiano-em-2019.html>. Acesso em: 31 jul. 2020.

GOIÁS. **História de Goiás**. 2020. Disponível em: <https://www.goias.gov.br/index.php/conheca-goias/historia>. Acesso em: 20 fev. 2020a.

GOIÁS. **PIB goiano tem estimativa de 3,4% de crescimento no primeiro trimestre de 2020**. Secretaria de Indústria, Comércio e Serviços, 2020b. Disponível em: <https://www.sic.go.gov.br/noticias/2965-pib-goiano-tem-estimativa-de-3,4-de-crescimento-no-primeiro-trimestre-de-2020.html>. Acesso em: 31 jul. 2020.

GRIGOROUDIS E.; PETRIDIS, K. Evaluation of national environmental efficiency under uncertainty using data envelopment analysis. In: DOUKAS, H.; FLAMOS, A.; LIEU, J. (eds.). **Understanding risks and uncertainties in energy and climate policy**. Springer, Cham, 2019. Online ISBN: 978-3-030-03152-7. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-03152-7_7.

HRBEK, T. et al. A New Species of River Dolphin from Brazil or: How Little Do We Know Our Biodiversity. **PLoS ONE**, v. 9, n. 1, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083623>.

IBASE – Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas. Água, bem público em unidades de conservação. 2006. Disponível em: https://ibase.br/userimages/ap_ibase_agua_01c.pdf . Acesso em: 10 set.2020.

IBGE. **Cidades**. IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama>. Acesso em: 2 mar. 2020.

IBGE. **Produto Interno Bruto – PIB** .2004a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 31 jul. 2020.

IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004b. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 2 mar. 2018.

IBGE. **Produto Interno Bruto – PIB**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 31 jul. 2020.

IMB – Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Secretaria de Estado da Economia. **Banco de Dados Estatísticos do Estado de Goiás**. Goiás, 2019a.

IMB – Instituto Mauro Borges. PIB de Goiás cresce acima da média nacional no primeiro trimestre. **Comunicação Secretaria da Economia de Goiás**, 2019b. Disponível em: <http://www.goias.gov.br/noticias/43-economia/65684-pib-de-goi%C3%A1s-cresce-acima-da-m%C3%A9dia-nacional-no-primeiro-trimestre%E2%80%8B.html>. Acesso em: 11 mar. 2019.

IMB – Instituto Mauro Borges. **Síntese de Indicadores socioeconômicos**. 2018. Disponível em: https://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=216. Acesso em: 2 fev. 2020.

JORNAL DA USP. Mesmo com 40% do corpo hídrico ameaçado, Brasil ainda é esperança para crise mundial: Wagner Costa Ribeiro, professor da FFLCH, acredita em recuperação dos recursos hídricos por meio da conscientização. Rádio USP, 5 set. 2019. ISSN - 2525-6009, 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atuais/mesmo-com-40-de-corpo-hidrico-ameacado-brasil-ainda-e-esperanca-para-crise-mundial/>. Acesso em: 24 set. 2020.

LEFF, E. Pensar a complexidade ambiental. In: LEFF, E. (org). **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003. p. 15-6.

MMA – Ministério do meio Ambiente. **Unidades de conservação ajudam a preservar recursos hídricos**. Assessoria de Comunicação Social (Ascom/MMA), 2015. Disponível em: <http://arpa.mma.gov.br/unidades-de-conservacao-ajudam-a-preservar-recursos-hidricos/>. Acesso em: 29 out. 2020.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Desmatamento no Cerrado em 2018**. Assessoria de Comunicação Social (Ascom/MMA). 2018. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/component/k2/item/15309-desmatamento-no-bioma-cerrado-em-2018.html>. Acesso em:15 out.2020.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade Brasileira. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>. Acesso em: 27 out. 2020.

MOSS, G.; MOSS, M. **Projeto Brasil das Águas – Sete Rios**. Brasília, 2007. Disponível em: http://brasildasaguas.com.br/wp-content/uploads/sites/4/2013/05/Rio-Araguaia_Relatorio.pdf. Acesso em: 28 jun. 2018.

NABABAN, Y. J. *et al.* Inclusive Green Economy (IGE) Assessment towards Sustainable Development of East Kalimantan Province. **International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)**, v. 23, n. 2, p 335-353, 2015.

PERHGO. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás. **Política e da Gestão dos Recursos Hídricos**. 2015. Disponível em: https://www.meioambiente.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2016-01/p05_plano_estadual_de_recursos_hidricos_revfinal2016.pdf. Acesso em: 29 out.2020.

PYRON, M.; MUENICH, R.L.; CASPER, A.F. Potencial de conservação dos grandes rios norte-americanos: o rio Wabash em comparação com os rios Ohio e Illinois. **Fish Aquatic Sci**, v. 23, n. 15, 2020. <https://doi.org/10.1186/s41240-020-00160-z>

SEMAD – Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás. **Floresta Estadual do Araguaia (FLOE Araguaia)**. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás, 2020. Disponível em: <https://www.meioambiente.go.gov.br/component/content/article/118-meio-ambiente/unidades-de-conserva%C3%A7%C3%A3o/1158-floresta-estadual-do-araguaia-floe-araguaia.html?Itemid=101>. Acesso em: 2 ago. 2020.

SILVEIRA, J. H. **Sustentabilidade e responsabilidade social**. v. 3. Belo Horizonte, MG: Poisson, 2017.

SOUSA, H. Preservar ou conservar? Glossário de Ecologia (1997). São Luís, MA: UFMA, 2018. Disponível em: <https://portais.ufma.br/PortalUnidade/ufmasustentavel/paginas/noticias/noticia.jsf?id=52999>. Acesso em: 10 out.2020.

UNCED – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Agenda 21 (global)**. Brasília, DF: MMA, 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21global>. Acesso em: 10 jun. 2020.

UNESCO. **Informe das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos no mundo**. 2003. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556e.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018.

UNESCO. **The United Nations world water development report 2018: nature-based solutions for water**. 2018. SBN:978-92-3-100264-9 (print/pdf). Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261424>. Acesso em: 27 out. 2020.

WATER EDUCATION FOUNDATION. **Water conservation measures**. Califórnia, 2018. Disponível em: <https://www.watereducation.org/general-information/water-conservation-measures>. Acesso em: 30 nov. 2018.

CAPÍTULO 11

INFLUÊNCIA DA EFETIVIDADE DE GESTÃO NA CONSERVAÇÃO: O ESTUDO DE CASO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO MUNICIPAIS EM MARICÁ-RJ

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 30/12/2020

Beatriz Verçosa Maciel

Universidade Federal Fluminense
Niterói - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/2702467561526786>

Barbara Franz

Departamento de Análise Geoambiental -
Universidade Federal Fluminense
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/3415405137542697>

RESUMO: Apesar de ser considerada a 6ª cidade com melhor qualidade de vida do Rio de Janeiro, ter um Índice de Desenvolvimento Humano considerado alto e possuir 1/3 de seu território ocupado por Unidades de Conservação (UCs), ainda há muitas questões ambientais que necessitam ser reconfiguradas no município de Maricá (RJ). Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar quanto a gestão influencia na conservação das UCs do município, a partir da aplicação do método RAPPAM (Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management). Este método permitiu a avaliação do contexto; planejamento; insumos e processos referentes às UCs com o auxílio do plano de manejo, de entrevista com o gestor e visitas a campo. De maneira geral, a efetividade da gestão das UCs de Maricá foi avaliada como Média-Baixa e este resultado deu-se devido a diversos fatores como: a instabilidade do cargo de gestor

das unidades, a falta de recursos financeiros e a ausência do poder público nas UCs. O elemento mais bem avaliado foi o planejamento, que engloba os módulos: *objetivos, amparo legal e desenho e planejamento da área*, recebeu uma avaliação de 53,33% e o elemento com menor efetividade foi o dos insumos, sendo abrangido pelos módulos *recursos humanos; comunicação e informação; infraestrutura e recursos financeiros*, que foi avaliado com uma nota de 29% da efetividade máxima (100%). A partir destes resultados, foram identificados os pontos prioritários para a melhoria da gestão.

PALAVRAS-CHAVE: Efetividade, Gestão, Método RAPPAM, Unidades de Conservação, Maricá.

INFLUENCE OF MANAGEMENT EFFECTIVENESS ON CONSERVATION: THE CASE STUDY OF MUNICIPAL CONSERVATION UNITS IN MARICÁ-RJ

ABSTRACT: Despite being considered the sixth city on Rio de Janeiro with better quality of life, with high Human Development Index (HDI) and 1/3 of the territory occupied by protected areas (PA), some issues need to be solved about Maricá (RJ). Thus, the general intentions of this research were to evaluate how the Management Effectiveness influences on the conservation of protected areas with the Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management (RAPPAM) Methodology. This method allowed the evaluation of context; biological and socio-economic importance and vulnerability on the protected areas with the support of the

management plan, interview with the protected area administrators and technic visits. Generally, the management effectiveness in the Maricá's protected areas was classified as medium-low, and this result is based on the administrators' instability job, low financial resources and the government default in the protected areas. The higher score element was "Design and Planning, which includes: PA objectives; Legal security; Site design and planning and PA system design. Whereas, the Critical management activity was the inputs: staff, communication and information, infrastructure and finances which received the degree 29%, considering that the maximum degree is 100%. Based on these results, the priority points for better management were identified.

KEYWORDS: Effectiveness, Management, RAPPAM method, Protected Areas, Maricá.

1 | INTRODUÇÃO

A vida humana depende do funcionamento dos ecossistemas em equilíbrio e dos serviços ambientais por eles fornecidos. Para isto, é necessário que os recursos naturais e a biodiversidade sejam preservados, a fim de que não haja um colapso nos ecossistemas em que vivem. Nesse sentido, foi criado o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que foi concebido em forma de lei (n° 9.985/2000), a fim de criar, implantar e gerir as Unidades de Conservação (UCs) de forma integrada no âmbito jurídico. Em 2015, 8.627 km² do território do Estado do Rio de Janeiro (19,7% do total) eram protegidos legalmente por UCs de diferentes categorias estabelecidas pelo SNUC (INEA, 2015a).

Maricá é considerado o município com maior percentual de seu território total (362,57 km²) protegido por UCs no Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2015b). A criação de tantas UCs em Maricá representa um passo fundamental para a conservação dos ecossistemas e para a manutenção da qualidade de vida no município, que possui importantes ambientes costeiros, lagunares e encostas (DERANI, 2001). As UCs em âmbito municipal são as que predominam em relação às estaduais e federais em Maricá. Estas, são geridas pela Prefeitura Municipal de Maricá, através da Secretaria de Cidade Sustentável.

Geralmente, as UCs municipais são localizadas em áreas urbanas e periurbanas e caracterizadas por serem menores territorialmente. Essas características permitem que a biodiversidade local seja protegida em escalas muitas vezes incompatíveis com a gestão federal ou estadual, aumentam a conectividade entre os ecossistemas locais e são consideradas áreas potenciais para o uso público, permitindo o acesso da população (CLARE; GONÇALVES; MEDEIROS, 2009).

Apesar de ser considerada a 6ª cidade com melhor qualidade de vida do Rio de Janeiro, com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) considerado alto (0,765) (IBGE, 2010), ainda há muitas questões que precisam ser reconfiguradas em relação às questões ambientais do município, considerando que recebe recursos como o Fundo Municipal de Proteção e Conservação Ambiental, bem como recursos de compensação ambiental oriundos de processos de licenciamento e o ICMS Ecológico Municipal (PNM/ SMA, 2013).

Diante de um cenário de baixa disponibilidade destes recursos financeiros e pouco suporte político, estudos para avaliar a efetividade da gestão em UCs se tornaram essenciais para promover a conservação da biodiversidade, apontar ferramentas úteis e medidas prioritárias a fim de colaborar com a administração dos gestores. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é avaliar quanto a gestão influencia na conservação das UCs municipais de Maricá.

Por fim, é importante ressaltar que o método a ser utilizado é limitado, pois apesar da gestão participativa acontecer no local, o questionário foi realizado com base nas respostas dadas de uma única pessoa: o gestor das Unidades de Conservação Municipais de Maricá. Desta forma, a veracidade das informações pode ser questionada, e há apenas um único olhar/opinião para os questionamentos realizados.

2 | METODOLOGIA

A fim de resumir e exemplificar a metodologia, foi elaborado um fluxograma (ilustrado na figura 1). Trata-se de uma representação objetiva das etapas da metodologia.

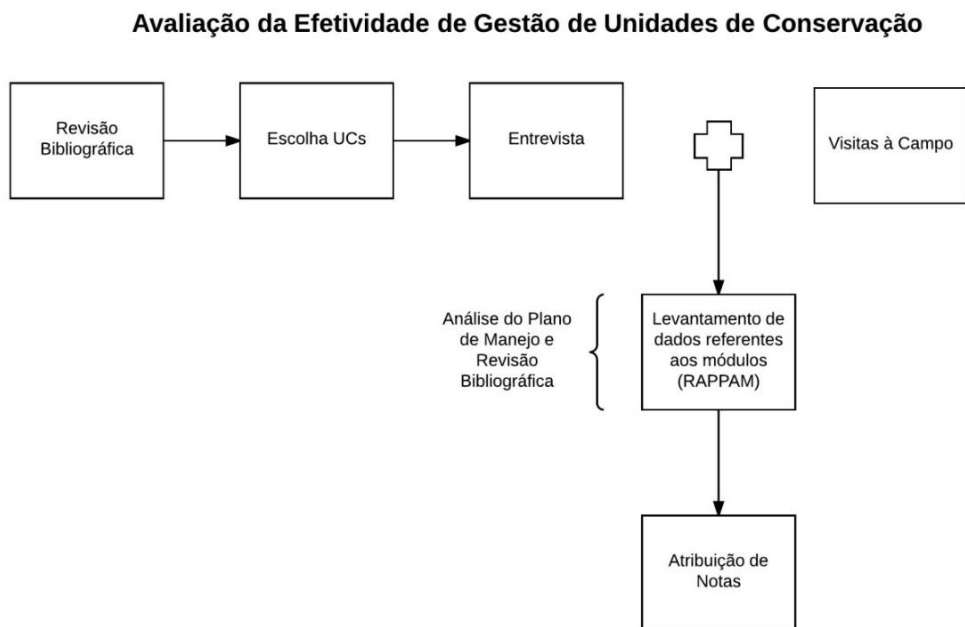


Figura 1 - Fluxograma das etapas de avaliação da efetividade de Gestão das UCs

Fonte: Próprio autor

2.1 Levantamento de dados e escolha das unidades de conservação

Foi realizado estudo exploratório por meio de uma pesquisa bibliográfica, a fim de compreender os conceitos relacionados às UCs. Em seguida, foi feito um levantamento a fim de delimitar a área de estudo, pois esta ficaria muito abrangente caso a metodologia fosse aplicada em todas as UCs de Maricá. Logo, o critério utilizado na escolha dos locais para a aplicação do método foi a máxima diversidade de usos existentes em cada um. Os usos foram levantados através de observação não estruturada (ou informal). Por exemplo: o conhecimento de que existem cultos religiosos na Pedra do Macaco foi obtido através de uma experiência casual, conversando com frequentadores do local. Outras informações relevantes foram obtidas através de sites de turismo, comentários de leitores em blogs e fotos em redes sociais.

As UCs escolhidas foram Refúgio de Vida Silvestre Municipal de Maricá (REVISSERMAR), que é do grupo de Proteção Integral, e a Área de Relevante Interesse Ecológico do Espraiado (ARIE Espraiado), que é de Uso Sustentável, pois foram as unidades onde foram constatados maior variedade de usos. Apesar de estarem inseridas na mesma UC (REVISSERMAR), a Pedra do Macaco e a Pedra do Silvado serão avaliadas separadamente por se tratarem de áreas distintas, com particularidades em seus usos e entorno.

2.2 Entrevista com o gestor

A entrevista com o gestor das UCs foi aplicada como um Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) e foi elaborada a partir das questões referentes aos módulos 3 a 15, sugeridas por Ervin (2003) no Método RAPPAM.

O RAPPAM consiste em uma metodologia aplicada pelo IBAMA para avaliar a efetividade da gestão das UCs federais do Brasil (IBAMA; WWF, 2007) e tem a finalidade de identificar áreas de alta importância ecológica e social; vulnerabilidades; indicar a urgência e a prioridade de conservação em UCs individuais, entre outros objetivos (ERVIN, 2003).

Posteriormente, a fim de validar a credibilidade dos dados obtidos na entrevista, foram realizadas observações em visitas a campo e análise de informações do Plano de Manejo Integrado das UCs Municipais de Maricá. As visitas foram realizadas nos dias 09/02/2017, 05/03/2017 e 05/05/2017 na ARIE Espraiado, Pedra do Macaco e Pedra do Silvado, respectivamente.

2.3 Tratamento dos dados obtidos

Os módulos avaliados são compostos por questões referentes a 4 elementos: o contexto das unidades de conservação, seu planejamento, os insumos disponíveis para as mesmas e os processos que nelas ocorrem, assim como mostrados na figura 2.

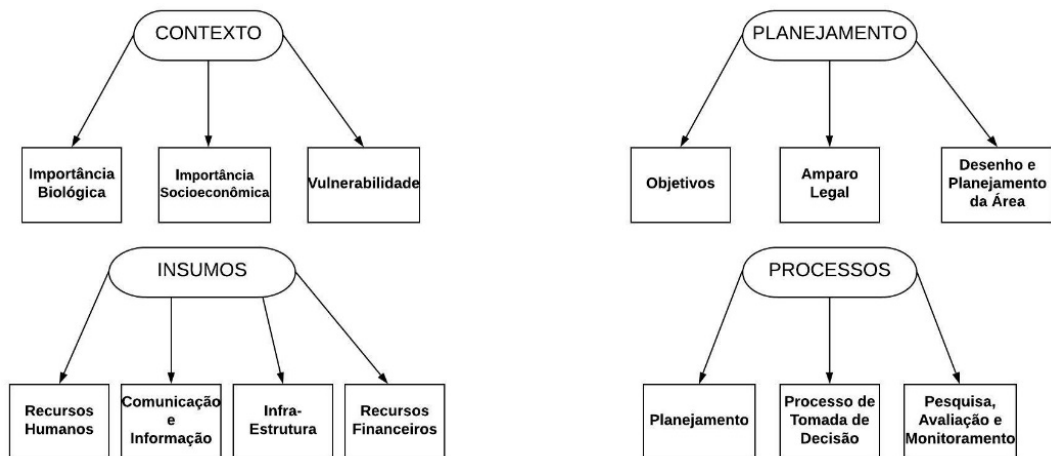


Figura 2 - Divisão dos elementos em módulos
 Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ervin (2003)

As pontuações (tabela 2) da avaliação destes módulos serão dadas de acordo com a resposta a uma série de perguntas propostas por Ervin (2003) no método RAPPAM.

Alternativa	Pontuação
Sim (s)	5
Predominantemente sim (p/s)	3
Predominantemente não (p/n)	1
Não	0

Tabela 2 - Pontuação dos módulos “planejamento”, “insumos” e “processos”

Fonte: IBAMA; WWF (2007)

Exemplificando a pontuação expressa na tabela 2: se a resposta à questão “a)” do módulo 15 (figura 3) “O impacto de usos legais e ilegais da UC é monitorado e registrado de forma precisa?” for sim, a pontuação dada a esta pergunta, será 5.

Módulo 15 – Pesquisa, avaliação e monitoramento (Processos)

- a) O impacto de usos legais e ilegais da UC é monitorado e registrado de forma precisa.
- b) A pesquisa sobre questões ecológicas-chave é coerente com as necessidades da UC.
- c) A pesquisa sobre questões sociais-chave é coerente com as necessidades da UC.
- d) Os funcionários da UC têm acesso regular à pesquisa e às orientações científicas recentes.
- e) As necessidades críticas de pesquisa e monitoramento são identificadas e priorizadas.

Figura 3 - Exemplo das perguntas do módulo 15, propostas por Ervin

Fonte: Ervin (2003)

A figura 3 é um exemplo do módulo 15. As perguntas dos módulos 3 a 15 foram retiradas de Maciel (2017, p. 74).

Após responder todas as perguntas, deve-se calcular a porcentagem obtida em cada módulo, sendo considerados módulos com alta efetividade de gestão aqueles valorados acima de 60%, médios, de 40 a 60% e baixos os inferiores a 40% (IBAMA; WWF, 2007).

Caso todas as perguntas recebessem a pontuação 5 (sim), o módulo receberia 100%, ou seja, sua efetividade de gestão seria alta. Seguindo a linha de raciocínio, as porcentagens obtidas em cada módulo serão calculadas com regras de 3.

Os resultados foram expressos por meio de gráficos gerados no Microsoft Excel.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos giram em torno da seguinte pergunta: “A gestão das UCs avaliadas permite com que elas alcancem seus objetivos?” Neste sentido, faz-se necessário reproduzir os objetivos expressos no plano de manejo das UCs municipais de Maricá:

Manter e restaurar a integridade ecológica dos ecossistemas e o patrimônio biológico multimilênar, preservar e restaurar o patrimônio histórico-cultural, assegurar o desenvolvimento sustentável e promover a inserção regional integrando as áreas protegidas na vida econômica e social das comunidades (PMM/SMA,2013).

3.1 Avaliação do contexto, planejamento, insumos e processos

As letras ilustradas no eixo x dos gráficos (figuras 4, 5, 6 e 7) correspondem às questões referentes a cada módulo (exemplificadas na figura 3). Já os números ilustrados no eixo y dos gráficos correspondem à pontuação obtida em cada pergunta, conforme tabela 2 (ilustrada na seção 2.3). Por exemplo: no gráfico da *importância biológica* (IB), representado na figura 4, a questão IB “a)”, recebeu a pontuação 1, que corresponde à alternativa “predominantemente não”.

CONTEXTO

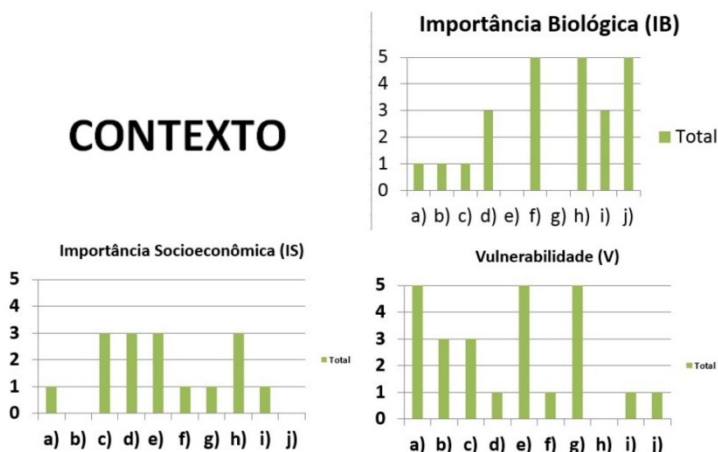


Figura 4 - Pontuação da avaliação do módulo “Contexto”

Fonte: Próprio autor

Em relação à *importância biológica* (IB) (figura 4), as unidades receberam pontuação mínima e conseqüente resposta “não” para as questões “e)”, “g)”, que se referem às questões “a UC possui diversidade completa de plantas e animais?”; “a UC possui populações mínimas viáveis de espécies chaves?”, respectivamente. Em relação a questão d) sobre a função crítica que a UC exerce na paisagem, recebeu “predominante sim”, pois Ervin (2003) cita como exemplo de função crítica os corredores ecológicos. No caso das UCs avaliadas, as mesmas deveriam se ligar através de corredores ecológicos, pois é o que preconiza o plano de manejo, entretanto uma das conseqüências dos incêndios recorrentes nas UCs é a fragmentação destes corredores.

A *importância socioeconômica* (IS) está diretamente relacionada aos benefícios que as UCs proporcionam para a economia e para a sociedade, direta e indiretamente. Em relação à avaliação, nenhuma questão recebeu pontuação máxima (figura 4). As questões “b)” e “j)” foram avaliadas com a pontuação mínima, indicando que as comunidades locais não dependem de recursos das UCs para a sua subsistência e que as UCs não possuem alto valor educacional e científico, pois as mesmas apresentam muitas demandas de estudos científicos.

Através da avaliação do presente trabalho, observou-se que as UCs apresentam uma grande diversidade de *vulnerabilidades* (V), como: a dificuldade de monitoramento e fiscalização das atividades ilegais nas UCs pela falta de viaturas. Outro fato que torna as unidades vulneráveis é o fato de não existir transparência pública em relação às verbas destinadas às UCs.

Considerando que o módulo *objetivos* (O), cujos resultados são mostrados na figura 5, é baseado nos objetivos do SNUC e que os mesmos incluem a preservação e a

conservação da biodiversidade (Art. 4º), pode-se dizer, em parte, que as UCs municipais de Maricá atendem este requisito (“no papel”). A questão O “b)” dos *objetivos*, recebeu a nota mínima (figura 5), pois os objetivos específicos relacionados à biodiversidade não são expressos claramente no plano de manejo. Os objetivos do plano de manejo são expressos de forma geral. A maior parcela da comunidade participativa (questão O “e”) é a que está localizada no entorno da sede das UCs, localizada na ARIE Espreado, segundo entrevista realizada com o gestor.

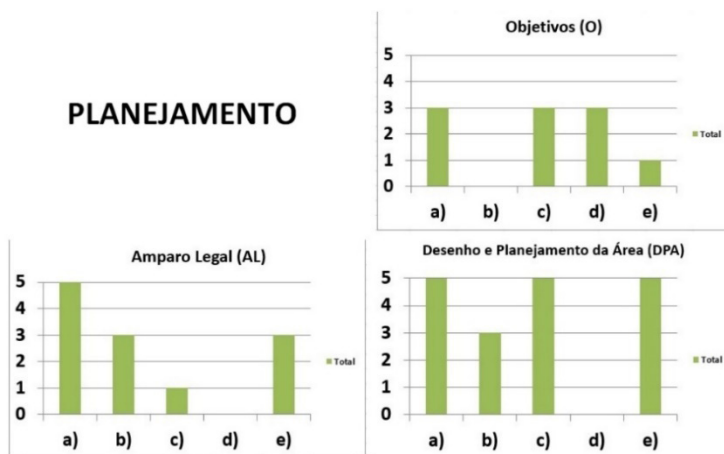


Figura 5 - Pontuação da avaliação do módulo “Planejamento”

Fonte: Próprio autor

Os moradores do entorno da ARIE Espreado são considerados apoiadores dos objetivos da UC por participarem dos eventos. Entretanto, os moradores das áreas do entorno da REVIS, por vezes nem sabem do que se trata a palavra “unidade de conservação” e muito menos que existe uma no local onde moram, por isso a questão O “e)” foi respondida com “predominantemente não”, recebendo pontuação 1.

Em relação ao *Amparo Legal* (AL), a questão AL “d)” recebeu a pontuação mínima pelo fato dos recursos humanos e financeiros não serem adequados para realizar as ações críticas à implementação da lei.

Por último, ao se tratar do *Desenho e Planejamento da Área* (DPA) (figura 6) pode-se dizer que a localização das UCs é coerente com seus objetivos e que o modelo e configuração das mesmas otimizam a conservação da biodiversidade pelo fato das UCs estarem interligadas por corredores ecológicos e serem sobrepostas. Entretanto, pode-se dizer que o uso da terra no entorno não propicia o manejo efetivo das UCs e por isso, recebeu pontuação mínima na questão DPA “d)”. Isso ocorre por apresentarem grandes

construções, como observado na Pedra do Silvado e na ARIE Espreado. Além de grandes rodovias que circundam tanto a Pedra do Macaco, quanto a Pedra do Silvado.

Em relação aos *Recursos Humanos* (RH), cujos resultados são mostrados na figura 6, no dia da entrevista (09/02/2017), foram observados na sede 2 funcionários (contando com o gestor), mais 3 Guardas Ambientais. Considerando a extensão das UCs municipais, este número pode ser considerado insuficiente. Por isto, a questão RH “a)” recebeu pontuação 1: “predominantemente não” (figura 6). A questão RH “b)” recebeu nota máxima, pois os “Guardas Ambientais Municipais” fizeram curso de capacitação para a realização de ações de manejo, segundo informações do gestor na entrevista. Não há informações em relação à revisão periódica e desempenho dos funcionários, por isso recebeu nota 1 (questão RH “e”).

INSUMOS

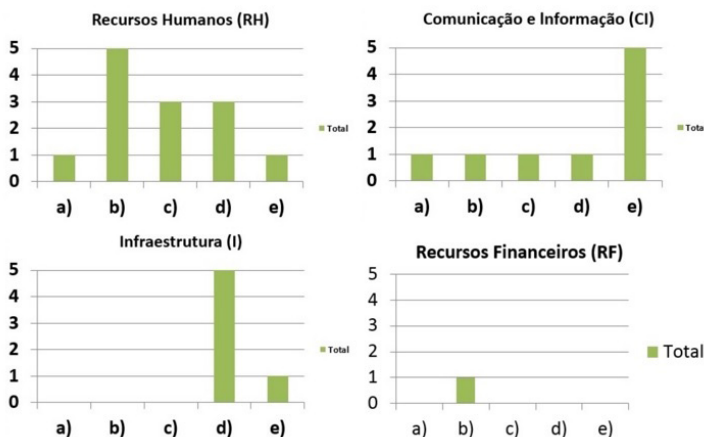


Figura 6 - Pontuação da avaliação do módulo “Insumos”

Fonte: Próprio Autor

Sobre resultados obtidos em *Comunicação e Informação* (CI), mostrados na figura 6, sabe-se que não há meios adequados de comunicação entre o campo e escritório, visto que as unidades não possuem recursos financeiros suficientes. A única questão (CI “e”) que recebeu pontuação máxima refere-se à existência de comunicação efetiva entre as comunidades locais através da visitação à sede, onde podem encontrar com o gestor das unidades e também por redes sociais.

O resultado mostrado também na figura 6 em relação ao módulo *Infraestrutura* (I), recebeu pontuação zero nas questões I “a; b; c”; que tratavam de modo geral da infraestrutura de transporte, equipamento de campo e infraestrutura para realização de ações de manejo.

Recebeu pontuação máxima na questão I “d)” que consiste na manutenção e cuidado com os equipamentos para que sua duração seja maior.

Como já relatado anteriormente, os *Recursos Financeiros* (RF) das UCs são escassos, o que explica a pontuação mínima em quase todas as questões (figura 6). No entanto, espera-se que aconteçam mudanças pois o INEA, pretende aumentar a arrecadação do ICMS para os municípios que apliquem de fato esta verba em UCs (INEA, 2019), o que justifica a pontuação na questão RF “b)”.

No que tange o *Planejamento* (P) das UCs, como é apresentado na figura 7, pode-se afirmar que as mesmas possuem um “plano de manejo escrito, abrangente e relativamente recente” no ano em que a metodologia foi aplicada (2017), por isso, recebeu nota máxima na questão P “a)”. A questão P “c)” recebeu a pontuação 1 (figura 7), por existir no plano de manejo uma lista das pressões e ameaças, mas não as abordando como tais. Por exemplo: existe um tópico abordando as espécies invasoras na região, mas sem falar que são ameaças. Há um tópico ainda falando do turismo, mas também sem o tratar como uma pressão (PMM/SMA, 2013).

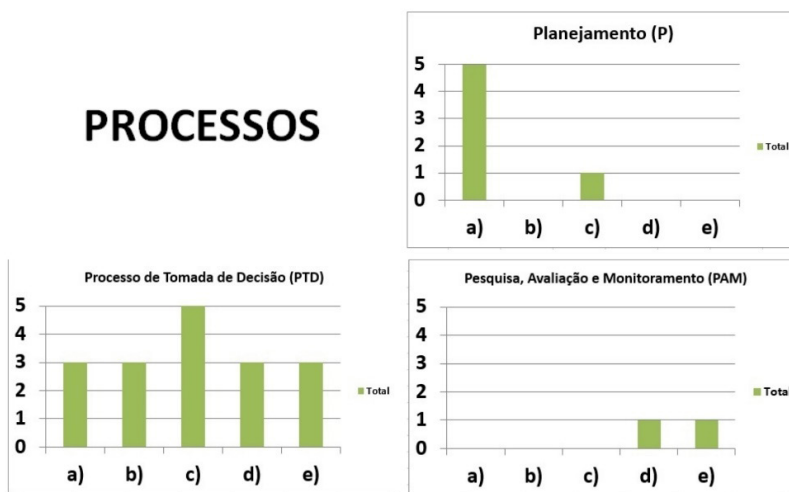


Figura 7 - Pontuação da avaliação do módulo “Processos”

Fonte: Próprio autor

Quanto ao *Processo de Tomada de Decisão* (PTD) nas UCs (figura 7), cabe destacar que todas as questões foram avaliadas com boas pontuações. A questão PTD “c)”, que recebeu pontuação máxima, diz respeito à colaboração dos funcionários em relação aos parceiros, comunidades locais e outras organizações. Sobre a questão PTD “b)” cabe destacar que com a ampliação das redes sociais, as tomadas de decisões administrativas

e no manejo tornaram-se mais transparentes, por exemplo: foi informado, há 3 meses atrás na página de uma rede social da REVIS, por exemplo, que o gestor que concedeu a entrevista para a avaliação dos módulos, não está mais em seu posto.

Em relação ao módulo *Pesquisa, Avaliação e Monitoramento* (PAM), ilustrado na figura 7, pode-se dizer que o impacto dos usos legais e ilegais da UC não é monitorado de forma precisa, bem como, a maioria das questões ecológicas-chave e questões sociais-chave não possuem pesquisas coerentes com as necessidades das UCs (questões PAM “a; b; c”).

Com os gráficos (figuras 4 a 7), foi possível realizar o cálculo em regra de três com a pontuação obtida para a comparação do desempenho (efetividade) em cada módulo. A efetividade da gestão é avaliada baseada na avaliação de 3 módulos expressos na figura 8: *planejamento, insumos e processos* (ERVIN, 2003).

Questões	Resultados (%)	Efetividade
<i>Planejamento</i>	53,33	Média
Objetivos	40	Média
Amparo Legal	48	Média
Desenho e Planejamento da Área	72	Alta
<i>Insumos</i>	29	Baixa
Recursos Humanos	52	Média
Comunicação e Informação	36	Baixa
Infraestrutura	24	Baixa
Recursos Financeiros	4	Baixa
<i>Processos</i>	37,3	Baixa
Planejamento	24	Baixa
Processo de Tomada de Decisão	80	Alta
Pesquisa, Avaliação e Monitoramento	8	Baixa

Figura 8 - Pontuação obtida na avaliação da efetividade das UCs para cada módulo

Fonte: Próprio autor

O elemento mais bem avaliado foi o planejamento (figura 8), que engloba os módulos: *objetivos, amparo legal e desenho e planejamento da área*, recebeu uma avaliação de

53,33% da pontuação máxima a ser recebida. Dentre os produtos do planejamento, “*desenho e planejamento da área*”, recebeu uma alta pontuação (72%), indicando uma alta efetividade para este módulo, pois tratam-se de UCs consolidadas, com plano de manejo e limites bem definidos. Os módulos “*objetivos*” e “*amparo legal*” foram avaliados com 48% e 40%, ou seja, possuem efetividade mediana.

O elemento processos (parte inferior da figura 8), que engloba os módulos “*planejamento*”, “*processo de tomada de decisão*” e “*pesquisa, avaliação e monitoramento da área*” foi avaliado com 37,3% da pontuação máxima, sendo considerado de baixa efetividade. O que mais comprometeu a nota foi a “*pesquisa, avaliação e monitoramento*” da área, sendo avaliada com 8% de efetividade.

Por fim, o elemento com menor efetividade foi o dos insumos (parte central da figura 8), sendo abrangido pelos módulos “*recursos humanos*”, “*comunicação e informação*”, “*infraestrutura e recursos financeiros*”, que foi avaliado com uma nota de 29% da efetividade máxima (100%). O módulo avaliado com efetividade mais baixa, que colaborou para a redução da nota dos insumos foi o de “*recursos financeiros*”, com uma nota de 4% do valor total.

Considerando a avaliação do módulo “*pesquisa, avaliação e monitoramento*”, faz-se necessário o levantamento de alguns pontos relacionados a este módulo: é perceptível que todas as demandas de pesquisa são identificadas nas UCs, porém, não são priorizadas. A procura de pesquisadores interessados é necessária para suprir a demanda das pesquisas nas universidades, através de parceria com projetos de pesquisa e/ou núcleo de estudos é fundamental. No entanto, a falta de divulgação do plano de manejo faz com que os estudantes não saibam das demandas, pois o mesmo não é disponibilizado em plataformas virtuais para o acesso do público em geral. O desenvolvimento de pesquisas de natureza ambiental, econômica e social nas unidades de conservação é importante para o conhecimento das mesmas e desenvolvimento de políticas públicas para sua gestão.

Apesar do módulo “*recursos financeiros*” ter recebido menor pontuação de todos avaliados, se trata de uma questão essencial. Sem recursos financeiros não há a possibilidade de gerir adequadamente as UCs, pois o dinheiro traz a autonomia que todo gestor precisa para implantar práticas de manejo e políticas públicas. Contudo, é em um cenário escasso de recursos financeiros que as UCs municipais de Maricá vivem.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns aspectos da metodologia deixam a desejar, como a quantidade de questões nos diferentes módulos, além de haver a possibilidade da obtenção de respostas incompletas por parte do entrevistado. Desta forma, não se pode fazer uma análise mais completa. Ervin (2003) recomenda que sejam realizadas oficinas com os moradores locais e gestor e que os mesmos respondam às perguntas dos módulos. No entanto, considerando que

se trata de um total de 80 perguntas, sendo algumas complexas, faz-se necessário uma adaptação do método para que as respostas não sejam passíveis de erro e para que a aplicação do mesmo não seja maçante, tanto para os moradores quanto para o gestor. Por isso, a escolha da entrevista com o gestor foi relevante para a aplicação da metodologia no presente trabalho.

As UCs municipais de Maricá se destacaram na avaliação de seu planejamento, mostrando que as unidades foram bem planejadas antes de suas criações, pois apresentam seus respectivos atos de criação, plano de manejo e possuem seus limites bem estabelecidos, atendendo positivamente vários critérios da avaliação. Isso pode estar relacionado ao fato do município ter sido contemplado por um programa de apoio à criação e implementação das UCs municipais (ProUC) em 2009, que possui o objetivo de incrementar o percentual e a qualidade das áreas destinadas à conservação.

Por outro lado, os resultados apontam que a falta de efetividade de gestão, pode acarretar impactos diretos na conservação da biodiversidade das unidades avaliadas, principalmente ao se tratar da falta de insumos disponíveis para que ocorra uma gestão efetiva. Os insumos receberam nota mais baixa na avaliação por serem insuficientes para alcançar os objetivos expressos no plano de manejo das unidades, destacando-se a falta de recursos humanos e financeiros.

Este cenário é preocupante, pois se tratam de áreas de usos restritos e, que em alguns casos, deveriam estar livres de alterações causadas por interferência humana. Desta forma, os usos das unidades tornam-se insustentáveis, descaracterizando a REVISSERMAR como uma área de Proteção Integral e a ARIE como uma área de Uso Sustentável, conforme preconiza o SNUC em seu Art. 7º, onde são abordados os objetivos destas áreas.

Neste sentido, é fundamental dotar as UCs de infraestrutura básica, para atender às necessidades da fiscalização, incluindo veículos e equipamentos de manejo. Recomenda-se também a presença de “sub-gestores” em todas as UCs, para que esta fiscalização seja mais efetiva, fazendo com que o poder público esteja mais presente em todas as UCs municipais.

Por último, é imprescindível a conscientização da população em relação à importância da gestão participativa nestas unidades, a fim de que a mesma colabore para a fiscalização e conservação da biodiversidade.

Caso o método RAPPAM seja regularmente aplicado nas UCs, conseqüentemente a eficácia da gestão será melhor, as áreas passarão a ser mais vistas e, logo, as fontes de financiamento e infraestrutura poderiam ser melhoradas por conta de maior conhecimento da área.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Palácio do Planalto. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm> Acesso em: Dez. 2020.

CLARE, V.; GONÇALVES, I.; MEDEIROS, R. **Ocorrência e distribuição de unidades de conservação municipais no estado do Rio de Janeiro.** Floresta e Ambiente. v.16, n.1, p. 11 - 22, 2009.

DERANI, Cristiane. **Direito ambiental econômico.** 2ª ed. rev. São Paulo: Max Limonad, 2001.

ERVIN, J. **Metodologia para Avaliação Rápida e a Priorização do Manejo de Unidades de Conservação (RAPPAM).** Tradução WWF Brasil. São Paulo, 2003. 70 p. Tradução de: Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management (RAPPAM) Methodology.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=33&dados=0>> Acesso em: Dez. 2020.

IBAMA; WWF - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS; WORLD WIDE FUND BRASIL. **Efetividade Da Gestão Das Unidades de Conservação Federais do Brasil – Implementação do método RAPPAM.** Brasília, 2007.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Atlas das Unidades de Conservação do Rio de Janeiro** (Reduzido). Metalivros, 2015a.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra da Tiririca.** Maricá, 2015b. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zzew/mdc0/~edisp/inea0074935.pdf>> Acesso em: Dez. 2020.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Prioridade do governo Witzel, ICMS Ecológico é tema de capacitação para os municípios.** 2019. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/prioridade-do-governo-witzel-icms-ecologico-e-tema-de-capacitacao-para-os-municipios/>> Acesso em: Dez. 2020.

MACIEL, B. **INFLUÊNCIA DA EFETIVIDADE DE GESTÃO NA CONSERVAÇÃO:** O estudo de caso de unidades de conservação municipais em Maricá-RJ. TCC (Graduação em Ciência Ambiental) – Departamento de Análise Geoambiental, Universidade Federal Fluminense, p. 78. 2018. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/9243/6/TCC_beatriz-vercosa_final2.pdf> Acesso em: Dez. 2020

PMM/SMA - PREFEITURA MUNICIPAL DE MARICÁ; SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo Integrado das Áreas Naturais Protegidas de Maricá.** Prefeitura de Maricá, Secretaria Municipal do Ambiente, 2013. 2 vols.

CAPÍTULO 12

A AGROECOLOGIA COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DA MATA ESCURA, MUNICÍPIO DE JEQUITINHONHA – MG

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 30/12/2020

Morgana Scaramussa Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo -
Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/6029321791491257>

Dalila da Costa Gonçalves

Instituto Federal do Espírito Santo – Espírito
Santo
<http://lattes.cnpq.br/7033806251928349>

Maurício Novaes Souza

Instituto Federal do Espírito Santo – Espírito
Santo
<http://lattes.cnpq.br/9102965807788455>

Lucyélen Costa Amorim Pereira

Instituto Federal do Espírito Santo – Espírito
Santo
<http://lattes.cnpq.br/9450372332383583>

Wiliam Rodrigues Ribeiro

Universidade Federal do Espírito Santo -
Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/4171792393239987>

Romulo Leal Polastrelli

Universidade Federal do Espírito Santo -
Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/2616403426530769>

Daniella Oliveira Prates Vargas

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais,
Campus Rio Pomba - Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1623863866661882>

Jussara Oliveira Gervasio

Universidade Federal do Espírito Santo -
Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9053400054430634>

Débora Cristina Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo -
Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/0894086269341857>

RESUMO: Localizada no município de Jequitinhonha - MG a Mata Escura é uma Unidade de Conservação Federal, inserida no grupo de Proteção Integral, criada como Reserva Biológica, com mais de 50 mil hectares de área o suficiente para garantir a proteção e preservação integral do ambiente natural, sem interferência humana ou quaisquer alterações ambientais. A preservação do meio ambiente constitui relevância sob os aspectos de natureza jurídica, ambiental, social e cultural, sendo sua prática uma responsabilidade a ser vivenciada por todos. Quando se tem uma maior consciência ecológica e agroecológica, tomam-se cuidado de preservar o pouco do que ainda se resta de propriedades naturais para se manter o equilíbrio ambiental. Pensando nisso o objetivo deste trabalho é desencadear reflexões, num processo de conscientização, partilhando dúvidas e intenções na busca de uma preservação adequada e comprometida com o meio ambiente hoje buscando dar um enfoque na Unidade de Conservação da Mata Escura no Município de Jequitinhonha – MG, e a importância de sua preservação sugerindo para tal o uso da Agroecologia.

PALAVRAS-CHAVE: Unidades de Conservação, Preservação Ambiental, Agroecologia.

ABSTRACT: Located in the municipality of Jequitinhonha - MG, Mata Escura is a Federal Conservation Unit, part of the Integral Protection group, created as a Biological Reserve, with more than 50 thousand hectares of area sufficient to guarantee the protection and integral preservation of the natural environment, without human interference or any environmental changes. The preservation of the environment is relevant under legal, environmental, social and cultural aspects, and its practice is a responsibility to be experienced by all. When one has a greater ecological and agroecological awareness, care is taken to preserve the little of what is still left of natural properties to maintain the environmental balance. With this in mind, the objective of this work is to trigger reflections, in a process of awareness, sharing doubts and intentions in the search for an adequate preservation and committed to the environment today seeking to focus on the Conservation Unit of the Dark Forest in the Municipality of Jequitinhonha - MG, and the importance of its preservation by suggesting the use of Agroecology.

KEYWORDS: Conservation Units, Environmental Preservation, Agroecology.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de oito por cento de seu território em unidades de conservação federais e estaduais (SANTOS e CÂMERA, 2002), sendo os Parques Nacional de Itatiaia (1937) e o Nacional de Iguaçu (1939) as primeiras áreas protegidas de caráter nacional. A evolução do conceito de áreas naturais protegidas, no Brasil e no mundo, fez despertar diferentes objetivos para estas, indo muito além da proteção dos recursos existentes em seu território promovendo o bem-estar e a sobrevivência do homem, e mantendo dos diversos serviços e bens produzidos pela natureza (SOUZA, 2007). Vale destacar que o bioma de Mata Atlântica um dos biomas mais ameaçados de extinção, está reduzido a apenas 7% de sua área original, sendo considerado atualmente um dos mais importantes conjuntos de ecossistemas do planeta que necessita de proteção. A Mata Escura é uma Unidade de Conservação Federal, inserida no grupo de Proteção Integral, criada como Reserva Biológica, com mais de 50 mil hectares de área, localizada no município de Jequitinhonha, tratando-se de Unidades de Conservação, um dos objetivos de sua criação consiste em preservar o meio ambiente de forma integral ou parcial, no entanto, faz-se necessário a participação e atenção ativa de governos e especialistas da área.

O presente trabalho é resultado de uma pesquisa teórica, de caráter qualitativo, que tem por finalidade relatar os diferentes tipos de Unidade de Conservação, dar um enfoque na Unidade de Conservação da Mata Escura no Município de Jequitinhonha – MG, e a importância de sua preservação sugerindo para tal o uso de práticas Agroecológicas.

O método adotado para a captura de dados foi de investigação na literatura existente sobre o assunto e maiores informações junto aos técnicos do Instituto Estadual de Florestas - IEF e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

O embasamento teórico se deu por livros, relatórios, boletins informativos, documentos de entidades de classe, revistas especializadas, entre outros. A partir da caracterização dos meios físicos e bióticos, por intermédio de mapas das áreas de Mata Atlântica no Brasil, em específico na Unidade de Conservação da Mata Escura - MG pretende-se evidenciar a importância da preservação da mesma com o uso de técnicas Agroecológicas.

2 | UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DA MATA ESCURA

A Reserva Biológica da Mata Escura (Figura 1) fica localizada no município de Jequitinhonha, nordeste de Minas Gerais, a 677 km da capital Belo Horizonte, e a 1215 km de Brasília.

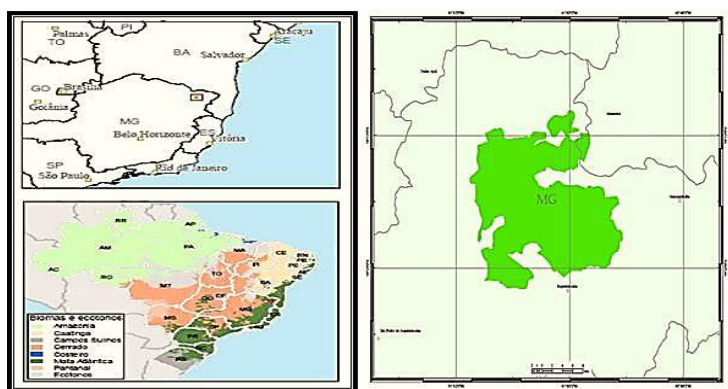


Figura 1 – Localização da Reserva Biológica da Mata Escura.

Fonte: MMA, 2006.

Situada na região do baixo Rio Jequitinhonha, possui altitude máxima de 1.151m, e a mínima de 208m; temperatura média anual de 23,80°C, máxima de 27,90°C e mínima anual de 18,00°C; e índice médio pluviométrico anual de 870 mm (ÁBILA FILHO, 1986). De acordo com o levantamento de reconhecimento dos solos da zona do médio Jequitinhonha do Ministério da Agricultura, na sua grande maioria o solo é arenoso, com presença de manchas de areia quartzíticas, caracterizadas por solos muito profundos, excessivamente drenados e extremamente pobres em nutrientes, sendo pouco utilizado pela agricultura, seu maior uso ainda é a pecuária de corte. Apresentam, também, solos variando de textura média a argilosa, o relevo é plano e suave ondulado de topo de chapada, apresentando vegetação de cerrado. Nos fundos de vales os córregos correm sobre a rocha com presença de matações e calhaus, algumas áreas de baixadas se apresentam assoreadas devido ao mau uso do solo, mas podendo ser totalmente recuperadas. Na Figura 2 pode-se observar

a Reserva Biológica da Mata Escura, por intermédio da Imagem TM Landsat, bandas 7-4-2, de 1990, obtidas da NASA, os limites políticos e localidades foram obtidos do IBGE.

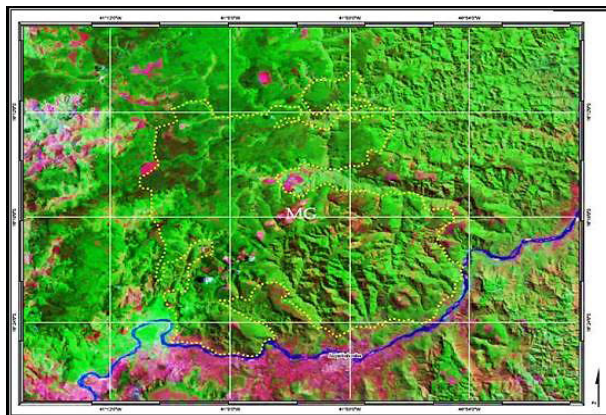


Figura 2 - Reserva Biológica da Mata Escura.

Fonte: MMA, 2006

Segundo Dias e Lino (2003), a área é cortada por córregos perenes, os principais rios da região são: rio Ilha do Pão ou Preto; e São Miguel, todos pertencentes à bacia do rio Jequitinhonha, devido ao mau uso do solo como, por exemplo, queimadas e concentração de águas das chuvas provocando erosão, na época de chuvas intensas assoreiam a barragem de captação da COPASA. Na Figura 3 é possível visualizar o córrego labirinto, mostrando o seu grau e conservação.

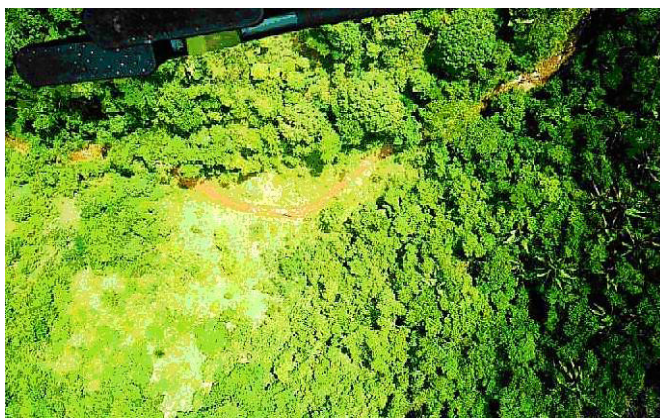


Figura 3 – Córrego Labirinto dentro da Unidade de Conservação Mata Escura

Fonte: Giovane Augusto (2005).

Na Figura 4 pode-se observar a flora característica formada por campos com arbustos na parte mais elevada sobre solo de cascalho e areia quartzítica, onde as bromeliáceas são abundantes e as arvoretas têm até 3m de altura.



Figura 4 - Flora encontrada na Unidade de Conservação Mata Escura.

Fonte: Giovane Augusto (2005).

A vegetação é característica, devendo ser considerados de alta relevância para conservação, pois apresentam características únicas e podem desaparecer rapidamente sob interferência antrópica. De acordo com (VELOSO et al., 1991) esta vegetação pode ser considerado como um refúgio ecológico, pois é florística e fisionômico-ecologicamente diferente do contexto geral da flora dominante. A mata, nos locais mais elevados, é mais seca e o porte mais baixo, cerca de 10m. Pelo menos três estratos estão presentes. A mata escura pode ser definida como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, como nos mostra a Figura 5.



Figura 5 – Tipologias vegetacionais no interior da Unidade de Conservação Mata Escura

Fonte: Giovane Augusto (2005).

A mata escura, de forma geral, encontra-se em um bom estado de conservação mantendo características de ambiente relativamente bem preservado como umidade, ambiente sombreado, entre outros. Porém ela carece de intensa proteção e de conservação devido às características peculiares, assim como a vegetação de campo sobre solo arenoso, que é de pequena extensão. Espécies importantes e extintas estão presentes e foram registradas pelo IBAMA na Mata Escura: três estão ameaçadas em nível global; quatro em nível nacional; e oito em nível estadual, outras nove espécies são consideradas “presumivelmente ameaçadas”, são elas: o gavião-de-penacho (*Spizaetus ornatus*), o gavião-pombo-grande (*Leucopternis polionota*) e a tiriba-de-orelha-branca (*Pyrrhura leucotis*) estão na categoria “em perigo” em nível de estado, sendo as duas últimas consideradas “ameaçadas de extinção” em nível nacional (BIODIVERSITAS, 2003; MELO, 2005; RIBON et al., 2002).

3 I AGROECOLOGIA E A MATA ATLÂNTICA

Na agroecologia a agricultura é vista como um sistema vivo e complexo, inserida na natureza rica em diversidade, vários tipos de plantas, animais, microrganismos, minerais e infinitas formas de relação entre estes e outros habitantes do planeta Terra (GLEISSMAN, 2000) A agroecologia busca um modelo de produção menos agressiva a meio ambiente, baseada em técnicas abrangente, que seja socialmente justo, economicamente viável e ecologicamente sustentável, onde técnicos e agricultores possam fazer uma agricultura com padrões ecológicos (respeito à natureza), econômicos (eficiência produtiva), sociais (eficiência distributiva) e com sustentabilidade a longo prazo (CAPORAL e COSTABEBER, 2001; GLEISSMAN, 2000; ALTIERI, 2002).

A Mata Atlântica era o bioma recordista mundial em diversidade de espécies de árvores, ocupava 17 estados brasileiros, alcançava a Argentina e o Paraguai um conjunto de ecossistemas que abrangia uma área de 1,36 milhão de km², o que equivalia a cerca de 15% do território brasileiro: hoje, seus remanescentes florestais estão reduzidos a menos de 100 mil km², o que corresponde a 1% do território brasileiro. O alto grau de interferência na Mata Atlântica é conhecido desde o descobrimento do Brasil pelos europeus até os dias atuais, onde as principais ameaças enfrentadas pela Mata Atlântica resultam da ação direta do homem sobre as florestas. São vários os impactos de diferentes ciclos de exploração, como por exemplo, o da concentração das maiores cidades e núcleos industriais e da alta densidade demográfica, mais de 50% da população brasileira, vivem nessa área, além de abrigar a maioria das cidades e regiões metropolitanas do país, também desmatam para loteamentos clandestinos, empreendimentos de infraestrutura, exploração predatória dos recursos florestais, extração de madeira, expansão agropecuária, sedia também os grandes pólos industriais, químicos, petroleiros e portuários do Brasil, respondendo por 70% do PIB nacional, entre outras atividades, fizeram com que a vegetação natural fosse reduzida drasticamente (DA, A. CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2000).

A reserva apresenta os últimos remanescentes de Floresta Atlântica do nordeste mineiro, fazendo parte assim, do segundo ecossistema mais ameaçado do mundo, com alta incidência de mamíferos raros, inclusive de espécies ameaçadas de extinção, a Mata Escura poderá garantir a sobrevivência de animais como o macaco-prego-do-peito-amarelo, a onça-pintada e a onça-parda, além de aves raras que só são encontrados neste bioma (BERNARDES et al., 1990).

É também considerada a maior fonte de mananciais hídricos do município, de onde, inclusive, vem o abastecimento de toda a cidade de Jequitinhonha. A água é captada pela COPASA no córrego Labirinto, sendo que o Córrego Jataí e o Córrego Grande são afluentes diretos do mesmo, e todos passam dentro do limite da reserva. De acordo com os Técnicos do IBAMA, a Reserva está em bom estado de conservação e tem características peculiares, assim como a vegetação de campo sobre solo arenoso a qual é de pequena extensão, apresenta características únicas e não se encontra representada em qualquer unidade de conservação do Estado de Minas Gerais.

O primeiro estudo feito na área, que mostrava que a mesma era de relevante interesse ecológico, foi feito pelo Instituto Estadual de Florestas. Este órgão deixou explicitado e de forma clara, a área demarcada, a ser considerada para tal questão. Sendo esta depois de transformada em Unidade de Conservação, responsabilidade do Estado de Minas Gerais. Através da lei Nº. 4.340, de 22 de agosto de 2002 a Reserva Biológica da Mata Escura transformou a área em Unidade de Conservação Federal, com o objetivo de preservar integralmente os recursos naturais e a diversidade biológica existentes em seus limites.

Os Técnicos do IBAMA afirmam que esse fato causou alguns problemas relacionados aos limites da área. De acordo com os estudos feitos pelo Instituto Estadual de Florestas – IEF, o limite era um (o de real interesse ecológico) e o demarcado pelo IBAMA foi muito além, englobando várias propriedades particulares que terão que ser desapropriada de acordo com o Artigo 3º deste mesmo decreto.

Sendo assim, cabe ao IBAMA administrar a Reserva Biológica da Mata Escura, o que vem acontecendo desde que houve a instalação de um escritório no município. As pessoas que serão desapropriadas não contam com nenhuma informação ou esclarecimento por parte do órgão responsável; pessoas estas que são na sua grande maioria sem escolaridade e de origem humilde. O que sabem não vai além da questão de que serão desapropriadas e que serão indenizadas, mas quando e como nada é sabido (Relatos de moradores da área).

Apesar de isolada e pouco habitada, a região da Reserva Biológica da Mata Escura sofre constantes incêndios florestais, sendo que em 1994, um grande incêndio destruiu parte da vegetação local, além disso, a maior parte dos topos de morro já foi incendiada para cultivo de pastos, que hoje se encontram quase todos abandonados. Existem extensões razoáveis de pastagem, principalmente nas partes mais baixas, onde o gado fica solto, uma

vez que se alimenta do sub-bosque na época seca, compacta o solo e inicia o processo erosivo nas encostas.

A Reserva é de domínio privado, muitos proprietários foram obrigados a deixar suas terras e estão fazendo acordos com o governo. Projetos de assentamentos são desenvolvidos pelo Incra e RuralMinas, sendo que todos eles são limítrofes com a reserva, esta proximidade aliada à falta de orientação recebida pela comunidade de assentados, se torna uma ameaça constante, devido ao aumento de desmatamentos não autorizados, fogo e caça ilegal dentro da unidade, necessitando de maior atenção por parte dos órgãos ambientais. A figura 7 mostra o efeito antrópico dentro da Unidade de Conservação Mata Escura.



Figura 7 – Ação antrópica dentro da Unidade de Conservação Mata Escura.

Fonte: Giovane Augusto (2005).

Para tanto, o uso de técnicas agroecológica nestes assentamentos, viria amenizar vários impactos, agricultores e técnicos trabalhariam a lavoura e a pecuária como elementos dessa diversidade, manejando adequadamente, trabalhando a favor da natureza e não contra ela, como é feito na agricultura convencional. A conservação do solo é um dos principais pontos a serem trabalhados, pois as arações e gradagens sucessivas e a eliminação de toda cobertura vegetal deixa o solo exposto a agentes intempéricos, e conseqüentemente com maiores possibilidades de erosão. A agroecologia visa um equilíbrio entre o solo e a planta de forma a não considerar os insetos como pragas, pois com plantas resistentes e com solo em equilíbrio as populações de insetos e seus predadores também estarão em equilíbrio e eles não chegarão a causar danos econômicos nas culturas.

Agroecologia contribui para desmistificar os modelos agroquímicos tradicionais; e sua ação transformadora implica na inserção de suas técnicas e suas práticas em uma nova teoria da produção (LEFF, 2000), assim não se trata doença com agrotóxico, mas busca-se fortalecer a planta para que esta não se torne suscetível ao ataque de pragas e doenças, e reduzindo ou não utilizando agrotóxicos, os mananciais hídricos, fonte de

preocupação da Unidade de Conservação, estaria em parte protegidos. Solo fértil é solo vivo, rico em matéria orgânica quanto mais matéria orgânica, mais vida tem o solo, mais microrganismos, maior a diversidade, mais nutrida e equilibrada será a planta que nele se desenvolve (PRIMAVESI, 2002).

As técnicas agroecológicas mobilizam em prol de um desenvolvimento alternativo que depende do fortalecimento da capacidade organizativa das comunidades e da política para apoiar tais alternativas de desenvolvimento, apoios técnicos e financeiros para a inovação e aplicação de novas técnicas para o fortalecimento destas novas formas de organização produtiva, assim é possível restabelecer o equilíbrio dentro da Unidade de Conservação da Mata Escura, com uma consciência e culturas renovadas, sendo orientados pelos órgãos competentes. Os próprios assentados reconheceriam a importância da preservação tanto para eles, quanto para o município e a fauna local.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com grande parte da população brasileira vivendo no domínio do bioma Mata Atlântica, ocorre uma grande pressão sobre esse conjunto de ecossistemas e sua biodiversidade, causada pelo uso irracional dos recursos naturais e energia para suprimento das suas atividades. Com o uso desmedido pelo homem, esse ecossistema está desaparecendo e, por isso, cada vez mais faz-se necessário preservar, manter e restaurar estes biomas.

No caso específico da Reserva Biológica da Mata Escura, uma das soluções cabíveis para a sua preservação efetiva, seria a fiscalização eficiente por parte do Governo, com trabalho integrado entre governo Federal e Estadual e municipal. Seria esta, uma gestão inteligente, integrada, conseguindo parcerias com a própria população local, em um trabalho de conscientização e suporte para a utilização da Agroecologia em toda a área habitável.

A preservação do meio ambiente constitui relevância sob os aspectos de natureza jurídica, ambiental, social e cultural, sendo sua prática uma responsabilidade a ser compartilhada por todos. Quando se tem uma maior consciência ecológica e agroecológica, tomam-se cuidado de preservar o pouco do que ainda se resta de propriedades naturais para se manter o equilíbrio ambiental. Há de se ter compromisso com o agora e o futuro, por meio da percepção de que a pobreza do planeta prevalece, e que se torna difícil falar em Ética Ambiental e preservação do meio ambiente quando se vive na tentativa de conservar a própria vida, na luta para sobreviver.

REFERÊNCIAS

ÁBILA FILHO, J. **Moderno Dicionário Enciclopédico Brasileiro**. Curitiba: Editora Educacional Brasileira S. A., 1986, 16ª edição. 877p.

ALTIERI, M. A. **Agroecology: the Science of Sustainable Agriculture**. Westview Press, Boulder, 1995.

BERNARDES, A. T.; MACHADO, A. B. M.; RYLANDS, A. B. **Fauna brasileira ameaçada de extinção**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1990. 62 p.

BIODIVERSITAS, F. **Revisão da Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 2003. Disponível em <http://www.biodiversitas.org.br/fameaca/fauna.htm>. Acessado em 01/05/2019.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. In: ETGES, V. E. (org.). **Desenvolvimento rural: potencialidades em questão**. Santa Cruz do Sul: EDUSC, 2001.

DA, A. CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA). Brasília, 2000.

DIAS, H; LINO, C. F. **Águas e Florestas da Mata Atlântica: por uma Gestão Integrada**. São Paulo, 2003. 48p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecosystem sustainability: developing practical strategies**. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2001.

IBGE Manual técnico da vegetação brasileira. **Manuais técnicos em geociências**, n.01, Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura**. Blumenau: FURB Editora, 2000.

MELO, F. R. **A Reserva Biológica Federal da Mata Escura e sua importância como unidade de conservação para os primatas do médio Rio Jequitinhonha, Minas Gerais**. Neotropical Primates, v. 13, n. 1, p. 26-30, 2005.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. NBL Editora, 2002.

RIBON,R; WHITNEY B. M.; PACHECO, J. F. **Discovery of Bahia Spinetail Synallaxis cinerea in north-east Minas Gerais, Brasil, with additional records os some rare and threatened montane Atlantic Forest birds**. Cotinga v. 17; p. 46-50; 2002.

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. **GEO Brasil**. Brasília: IBAMA, 2002.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

CAPÍTULO 13

AGROTÓXICOS NA AGRICULTURA: CONSEQUÊNCIAS TOXICOLÓGICAS E AMBIENTAIS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 31/12/2020

Eduardo Antonio do Nascimento Araujo

Universidade Federal de Campina Grande –
UFCG
Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar
– CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/9800417815093021>

Paloma Domingues

Universidade Federal de Campina Grande –
UFCG
Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar
– CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/9819533203393721>

Alena Thamyres Estima De Sousa

Universidade Federal de Campina Grande –
UFCG
Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar
– CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/9422043816685147>

Anderson Felipe Rodrigues Coelho

Universidade Federal de Campina Grande –
UFCG
Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar
– CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/5667136396997618>

Kilson Pinheiro Lopes

Universidade Federal de Campina Grande –
UFCG
Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar
– CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/2366117797494886>

RESUMO: Historicamente, os agrotóxicos foram disseminados de forma ampla a partir da Segunda Guerra Mundial, sendo parte integrante do pacote tecnológico da modernização da agricultura ou revolução verde e, portanto, o seu entendimento e a sua utilização estavam completamente interligados a uma série de tecnologias agrícolas, como os fertilizantes sintéticos, calcário, sementes certificadas, tratores e demais implementos agrícolas. Estas tecnologias chegaram ao Brasil no intuito de reduzir o crescimento da presença de “pragas” que assolavam os campos país afora e de aumentar a produtividade. No entanto a utilização de tais substâncias findou provocando efeitos deletérios aos organismos dos seres vivos e ao meio ambiente em função do uso indiscriminado destes produtos. No presente trabalho foi realizada uma revisão de literatura para avaliar as consequências toxicológicas e ambientais ocasionadas pelo uso de agrotóxicos na agricultura e para entender as causas e caminhos a seguir para mitigar os efeitos destas substâncias na saúde e no meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Pesticidas, saúde, meio ambiente.

PESTICIDES IN AGRICULTURE: TOXICOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES

ABSTRACT: Historically, pesticides have been widely disseminated since the Second World War, being an integral part of the technological package of agricultural modernization or the green revolution and, therefore, their understanding and use were completely linked to a series of agricultural technologies, such as synthetic fertilizers, limestone, certified seeds, tractors and other agricultural implements. These technologies arrived in Brazil in order to reduce the growth of the presence of “pests” that plagued fields across the country and to increase productivity. However, the use of such substances ended up causing harmful effects to the organisms of living beings and the environment due to the indiscriminate use of these products. In the present work, a literature review was carried out to assess the toxicological and environmental consequences caused by the use of pesticides in agriculture and to understand the causes and ways to follow to mitigate the effects of these substances on health and the environment.

KEYWORDS: Pesticides, health, environment.

1 | INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos foram desenvolvidos nas primeiras décadas do século XX, entre as duas guerras mundiais, como arma química contra seres humanos. No decorrer do desenvolvimento destes agentes utilizáveis na guerra química, algumas das substâncias, criadas no laboratório, revelaram, o que se descobriu como efeitos letais para os insetos. Esta descoberta não ocorreu por acaso visto que os insetos já vinham sendo amplamente usados nas experiências que se faziam para testar os agentes químicos de morte para o homem. O DDT, sigla para Dicloro-Difenil-Tricloroetano, foi o que deu início a largada destas substâncias em 1939, sendo bastante utilizado na Segunda Guerra Mundial no controle de doenças, com o final do conflito foi introduzido pela indústria bélica na agricultura, pecuária e para controle de doenças por vetores. (BROCHARDT; PAULINO, 2019; CARSON., 1969).

Após esse período de guerra os agrotóxicos foram utilizados como parte integrante do pacote tecnológico da modernização da agricultura ou revolução verde e, portanto, o seu entendimento e a sua utilização estavam completamente interligados a uma série de tecnologias agrícolas, como os fertilizantes sintéticos, calcário, sementes certificadas, tratores e demais implementos agrícolas. A implantação de um amplo e generoso sistema de crédito rural a partir do regime militar de 1964 foi crucial para a disseminação destas tecnologias (CARVALHO; NODARI; NODARI., 2017; OLINGER., 1996).

Conforme a Lei Federal nº 7.802 de 11 de julho de 1989, os agrotóxicos são definidos como os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, designados para o uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas e de outros ecossistemas, de ambientes urbanos, hídricos e industriais, que tenham como finalidade

alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos à atividade desempenhada nestes ambientes (BRASIL, 1989).

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg), o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo. Estes produtos são agentes que apresentam uma elevada taxa contaminação e, desta forma, a exposição e a pulverização dos mesmos causam intoxicação significativa em áreas agrícolas, local de trabalho e a residência de agricultores que acabam se tornando os locais de exposição para a ocorrência de poluição. Os agrotóxicos tem sido utilizados extensamente em todo o mundo e, não obstante, a poluição ambiental decorrente desses poluentes constitui problemas em escala global (MAIA et al., 2018; MOTTA, 2016; LONDRES, 2011).

Quanto aos efeitos nocivos dos agrotóxicos causados à saúde sabe-se que estes permeiam por todo núcleo familiar, através da contaminação intradomiciliar (SENA, 2019). É correto afirmar que o contato com tais substâncias tem o poder de ocasionar alergias, mudanças no DNA, ataques ao sistema imunológico, danos neurológicos, além de gerar mutações e desenvolver a teratogênese, isto é, mal formações em diversos órgãos em situações embrionárias ou fetais (JOBIN et al., 2010).

Diante de tais problemáticas acerca das consequências advindas da utilização destes insumos agrícolas para o meio ambiente, saúde humana e os demais seres vivos, objetivou-se através desta revisão analisar as consequências toxicológicas e ambientais ocasionadas pelo uso de agrotóxicos na agricultura para entender as causas e caminhos a seguir para mitigar os efeitos destas substâncias na saúde e no meio ambiente.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Intoxicações por agrotóxicos no Brasil

De acordo com os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os principais produtos da agricultura brasileira são: Soja, cana-de-açúcar, milho, café, algodão herbáceo, mandioca, laranja, arroz, banana e o fumo (IBGE, 2018). Juntas, as lavouras de soja, milho e cana-de-açúcar no ano de 2015 foram responsáveis pelo uso de 76% da área plantada no país e por consumirem o equivalente a 82% de todo o agrotóxico utilizado no Brasil neste mesmo ano (PIGNATI et al., 2017).

Não obstante, estudos científicos como o de Silva et al., (2019) realizado em região de extensa produção agrícola no estado do Mato Grosso, destacam que residir próximo a qualquer lavoura, em especial às lavouras de milho e algodão, como observado no estudo, e ter baixa escolaridade são variáveis que estão associadas à uma maior ocorrência de intoxicações agudas por agrotóxicos.

Para Pignati et al., (2017) ter as informações sobre o tipo de agrotóxico, se trata-se de um herbicida, inseticida ou fungicida, e o princípio ativo presente nele e utilizado nas

lavouras dos municípios é de extrema importância para que se possa associa-los aos efeitos de intoxicação mais frequentes na população de cidades que sejam predominantemente agrícolas. Especialmente no cenário atual brasileiro onde se tem observado um aumento crescente no registro, aquisição e utilização de agrotóxicos, processo esse que dificulta a vigilância sobre ocorrências de intoxicação por essas substâncias, um problema de saúde pública recorrente em países com desenvolvimento baseado no agronegócio como é o caso do Brasil, pelas autoridades de saúde (RAMOS et al., 2020).

A região Centro-Oeste do Brasil tem sua produção agrícola voltada principalmente para a produção de soja e milho, culturas que em função da sua área de plantio se destacam pelo alto consumo de agrotóxicos e em detrimento dessas características estados como o de Goiás ganham destaque em número de intoxicações, especialmente entre homens entre 10 e 65 anos de idade (BERNARDO et al., 2019).

No entanto as intoxicações por agrotóxicos não se restringem apenas a região Centro-Oeste do país, de acordo com Silva et al., (2019), houve um aumento no número de agrotóxicos registrados no Brasil desde o ano de 2005 e este aumento ao longo dos anos apresenta uma correlação positiva quando comparado com os números de casos notificados de intoxicação em crianças de até nove anos de idade no estado de Santa Catarina.

Na Bahia, em função da presença do bioma cerrado em sua extensão territorial, caracterizado pelo solo pobre e com uma grande dependência de fertilizantes, existe uma tendência positiva de uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas para aumentar a produtividade da região. Esta característica é representada no salto de 11.697,02 t/ano de ingredientes ativos em 2009 para 23.099,45 t/ano de ingredientes ativos em 2016. Como resultado desse uso intensivo de agrotóxicos tem-se inúmeros processos que resultam em óbitos ou cura de intoxicações com sequelas, tendo o homem como principal vítima e idosos, crianças e mulheres como integrantes do grupo de maior vulnerabilidade (SOUZA; ALMEIDA, 2020).

Nos perímetros irrigados de São Gonçalo (PISG) e de Várzeas de Sousa (PIVAS) 79% e 56% dos agricultores, respectivamente, realizam o uso de agrotóxicos no sistema de plantio, tal uso é realizado sem acompanhamento profissional e registro de receituário agrônomo, tendo como única assistência técnica as orientações nas casas de venda dos produtos. Esse modelo de produção com baixa assistência técnica tem como consequência um elevado índice de falhas no manuseio, armazenamento dos produtos e no descarte das embalagens, além do alto risco de ocorrência de intoxicações ou contaminações ambientais (LOPES et al., 2019).

Tais estudos evidenciam que as problemáticas com a utilização dessas substâncias não se restringem apenas a região centro oeste do País, mas a qualquer área de cultivo pautada no modelo convencional sem se ater as recomendações necessárias para a utilização de tais substâncias.

2.2 Consequências toxicológicas do uso de agrotóxicos

Os efeitos decorrentes da exposição aos pesticidas surgem com o passar do tempo e a longo prazo sabe-se que estas substâncias podem ocasionar reações em órgãos dos sistemas respiratório, circulatório, nervoso e reprodutivo. Além desses fatores, quanto maior for a concentração dos pesticidas e o tempo de exposição a tais substâncias, maiores serão as chances de impactos negativos para a saúde (RIOS, 2017).

A ampla utilização de pesticidas sem o conhecimento mínimo dos riscos associados à sua utilização por longos períodos de forma a não cumprir as normas de segurança estabelecidas e os problemas sociais encontrados no meio rural são as principais causas do agravamento de quadros de doenças, por essa razão o uso dos pesticidas é considerado como um dos maiores agravantes de problemas de saúde pública no meio rural (BALLESTRERI, 2017).

Segundo Buralli (2020), em seu estudo sobre os efeitos à saúde por exposição ambiental e ocupacional aos pesticidas de uso agrícola, a exposição à estas substâncias, pelos aplicadores de pesticidas e os ajudantes das atividades no campo que se ocupam regularmente nas reentradas das áreas de produção sem respeitar os intervalos para retornarem aquela determinada área, tem como efeitos à saúde, o aumento de casos de tosse, rinite e alergia nasal, aperto no peito e falta de ar especialmente nos períodos de safra quando comparados aos períodos de entressafra. Além disso, existe uma associação significativa entre exposição de curto e longo prazo à pesticidas e a redução da função pulmonar, de acordo com o estudo, a exposição à curto prazo aos pesticidas durante o período de safra tem um efeito negativo na espirometria dos agricultores e familiares.

Pesticidas como os organofosforados (POs), que são utilizados para realizar o controle de pragas em todo o mundo, apresentam efeitos inibitórios sobre a enzima acetilcolinesterase resultando em danos neurológicos através do estresse oxidativo, sendo tal estresse responsável por várias doenças neurológicas como a doença de Parkinson, convulsões, depressão e a doença de Alzheimer. Os organofosforados podem perturbar a função das mitocôndrias e induzir o estresse oxidativo resultando nestas doenças. De um modo geral, se compararmos os POs com outros inseticidas como os organoclorados o que podemos observar é que os POs apresentam uma toxicidade aguda mais elevada para humanos e outros mamíferos do que os organoclorados. Vários POs apresentam um alto grau de perigo à saúde dos trabalhadores que os manipulam e a outras pessoas que estejam em contato com os mesmos. A intoxicação por estes agrotóxicos pode ocorrer de formas variadas, desde a ingestão e inalação até a absorção através da pele podendo gerar efeitos imediatos a saúde (FARKHONDEH et al., 2020. NASCIMENTO; MELNYK, 2016).

Para Rios (2017), a exposição humana aos pesticidas tem a sua complexidade de risco à saúde aumentada pelo acúmulo destas substâncias no organismo, uma vez que não estamos preparados para excretar os pesticidas. Os efeitos resultantes da exposição a

pequenas quantidades de tais substâncias por longos períodos podem ser observados em vários tempos após o contato e serem confundidos com outros distúrbios, por essa razão é importante que os profissionais da área da saúde realizem uma boa investigação sobre o uso de pesticidas para implantação de medidas preventivas para preservar a saúde da população.

Morin e Stumm (2018), em seu estudo sobre os transtornos mentais comuns em agricultores e a sua relação com os agrotóxicos, puderam constatar através do cruzamento entre os sintomas físicos e emocionais que ambos os sintomas de intoxicação foram mencionados pelos trabalhadores que apresentaram transtorno mental comum com uma maior intensidade quando comparados aos trabalhadores que não possuíam transtornos mentais. O fato de 173 dos 361 participantes apresentarem transtornos mentais comuns estava diretamente relacionado com o tempo de trabalho na agricultura, com o contato e com a exposição aos agrotóxicos. Para os autores, o trabalhador rural que utiliza agrotóxicos sofre danos tanto à sua saúde física como à sua saúde psíquica uma vez que há na pesquisa uma relação significativa entre transtornos mentais comuns e o tempo de trabalho na agricultura, exposição aos agrotóxicos e doenças preexistentes. Entre os sintomas mais comuns relatados pelos agricultores se destacavam, náuseas, dor de cabeça, irritação nos olhos, dificuldade de concentração e irritabilidade, por essa razão é que a forma como tem sido disseminado o uso de agrotóxicos reforça a necessidade de medidas que estejam direcionadas ao controle e fiscalização dos efeitos do uso destas substâncias.

De acordo com o estudo de Olakkaran et al., (2020), a exposição ao Malathion, pesticida organofosforado, aumenta a peroxidação lipídica (LPO) e a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) além de afetar as atividades antioxidantes da superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutatona (GSH) e da superóxido dismutase (GST). Os resultados do estudo mostraram que o malathion é genotóxico e que o estresse oxidativo induzido pela substância pode causar dano oxidativo ao DNA em linfócitos humanos. Tal estresse além de ter a capacidade de desempenhar um papel importante na genotoxicidade do malathion, ainda pode contribuir para o início e progressão de neoplasias hematológicas o que apoia a possibilidade deste composto químico ser mutagênico e cancerígeno.

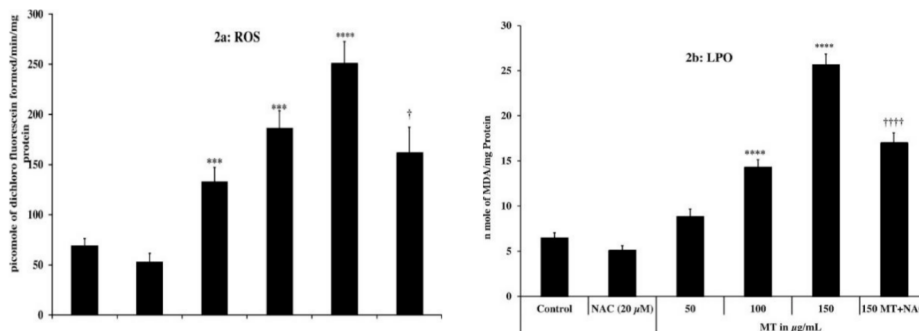


Figura 3: Resultados da geração de espécies reativas de oxigênio (ROS) “2a” e peroxidação lipídica (LPO) “2b”. Os valores sem * não são significativamente diferentes do controle ou (†) NAC; significativo vs controle em *** $p < 0,001$; **** $p < 0,0001$ e significativo vs malathion, 100ug/mL em níveis de † $p < 0,05$; †††† $p < 0,0001$.

Fonte: OLAKKARAN et al, 2020.

O estudo de Scotti, Oliveira e Silva (2017), que avaliou a genotoxicidade em sojicultores que tinham sido expostos a agroquímicos destaca que as altas doses de agrotóxicos utilizados na agricultura apesar de agir de maneira eficiente na proteção das plantas podem causar toxicidade para o homem em doses crônicas. Essa afirmativa dos autores é observada nos números significativos de danos ao DNA através do ensaio de micronúcleos bucal (BMCyt) realizado, onde havia um aumento não só no número de micronúcleos mais também de células binucleadas e de brotos nucleares nos sojicultores expostos quando comparados ao grupo controle que não tinha sido exposto. Além dos danos ao DNA, o gene de metabolização PON1 teve um aumento de células binucleadas no grupo exposto enquanto no grupo não exposto aos agrotóxicos houve um aumento de NBud. Segundo os autores, as alterações ocorridas no grupo de produtores de soja acontecem porque existe uma mistura complexa de substâncias químicas com um grande potencial genotóxico e mutagênico uma vez que os testes de biomonitoramento permitiram a avaliação dos efeitos resultantes da exposição aos agrotóxicos no ambiente de trabalho em especial os efeitos causados nos genótipos de reparo e metabolização sendo importante a utilização dos equipamentos de proteção durante todo o processo de produção para evitar estes efeitos genotóxicos ao organismo.

Fré e Hartmann (2020), em seu estudo sobre o potencial genotóxico de três tipos de agrotóxicos em anfíbios puderam observar a indução de formação de micronúcleos em girinos pelos três agrotóxicos estudados: nicloram, imidacloprido e clorotalonil, indicando que tais substâncias apresentam um potencial genotóxico com capacidade de desencadear alterações cromossômicas em organismos não-alvo, como os anfíbios do estudo. Os micronúcleos de acordo com os autores indicam que estes compostos modificam ou induzem erros de formação das células nos organismos.

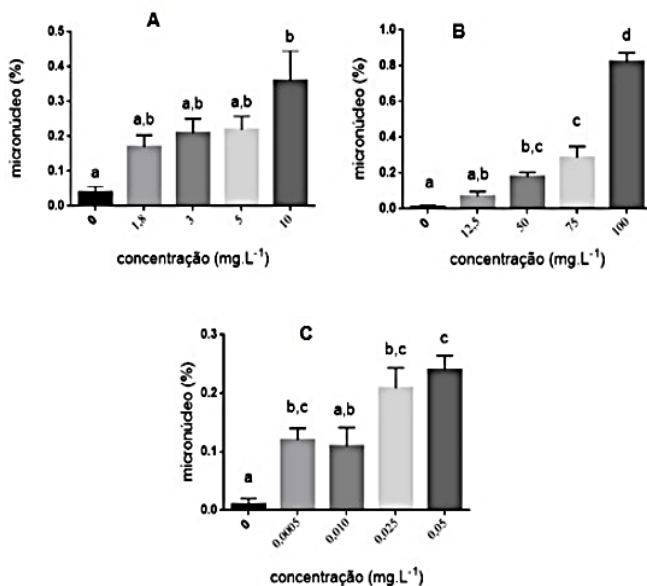


Figura 4: Micronúcleos detectados em girinos de *Physalaemus gracilis* expostos a diferentes concentrações de: (A) picloram; (B) imidacloprido; (C) clorotalonil

Fonte: FRÉ; HARTMANN, 2020.

Godoy et al., (2019), em seu estudo sobre a avaliação de micronúcleos e outras alterações nucleares em células esfoliadas da mucosa bucal de indivíduos expostos direta e indiretamente aos agrotóxicos, destacaram a existência de uma correlação entre o potencial mutagênico, carcinogênico e tóxico em função da exposição direta e indireta à agrotóxicos e a formação tanto de micronúcleos quanto de outras alterações nucleares em células humanas. Segundo os autores o grupo de consumidores de produtos convencionais, com utilização de agrotóxicos, apresentou frequências significativas de células binucleadas e de células com cariólise o que está relacionado ao fato de que os resíduos dos agrotóxicos permanecem nos alimentos e uma vez que estas substâncias possuem um potencial mutagênico e um efeito cumulativo **no organismo, podem induzir a formação de alterações celulares.**

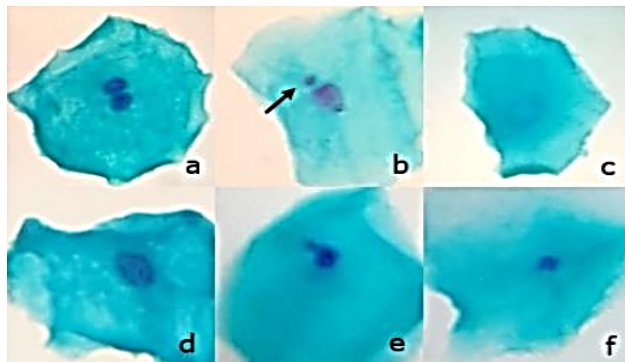


Figura 5: Alterações celulares decorrentes da exposição direta e indireta aos agrotóxicos. a: célula binucleada; b: célula contendo micronúcleo próximo ao núcleo principal; c: cariólise; d: cromatina condensada; e: broto nuclear; f: picnose.

Fonte: GODOY et al., (2019).

Estas alterações destacadas nos referidos estudos atentam para a necessidade de adoção de medidas mais rigorosas no uso de tais substâncias que comprovadamente, apresentam um potencial genotóxico não só para o organismo humano como para outras espécies.

2.3 Agrotóxicos e os seus impactos no meio ambiente

Segundo Souza et al., (2017), nos anos 90 o consumo de agrotóxicos teve um aumento significativo devido o enfoque da indústria agrícola brasileira na obtenção de lucro, não obstante, em 2008 o Brasil se tornou o principal consumidor mundial de agrotóxicos. Diante deste cenário, combinado com as problemáticas no gerenciamento e no controle do consumo pelos órgãos ambientais, têm-se como consequência um cenário nacional preocupante, desde o ponto de vista ambiental, quanto de saúde pública.

As pragas agrícolas, que podem ser compreendidas como insetos nocivos, doenças e plantas daninhas em áreas destinadas ao cultivo agrícola tem apresentado a capacidade de desenvolver resistência aos agrotóxicos com o passar das safras, o modelo de produção agrícola convencional disseminado no país se fundamenta no uso destas substâncias que nem sempre são utilizadas da forma correta ou nas dosagens recomendadas é por essa razão que a pressão química que os agrotóxicos exercem sobre o meio ambiente é tida como consequência, frequentemente, da ação humana com o objetivo de obter uma elevada produtividade agrícola com redução do custeio da produção. No entanto se analisarmos este modelo de produção a longo prazo, o custo ambiental pode ser alto vindo a afetar inclusive o ser humano (BELCHIOR et al., 2017).

Botelho et al., (2020), relatam que a multiexposição e a combinação dos agentes químicos no meio ambiente apresentam a capacidade de aumentar os danos ambientais,

principalmente no contexto da Amazônia e que os agrotóxicos, quando utilizados de forma inadequada podem resultar em muitos impactos no meio ambiente, formando uma reação em cadeia que pode afetar desde os solos e as fontes de água até contaminar o homem e os animais. Além dos efeitos que estes impactos tem nos ecossistemas.

Segundo Deihimfard (2014), uma vez pulverizados, parte dos produtos aplicados atingem o organismo que se tem o objetivo de atingir e a outra parte chega a outros setores do ambiente como o solo, a água e a atmosfera.

Isso explica o que Souza et al., (2017), destacam em seu estudo, que as áreas rurais são potencialmente mais poluídas do que as áreas próximas as indústrias e das zonas urbanas no tange a contaminação do ar pelos agrotóxicos. Afetando a população local em razão da exposição a estas substâncias de forma ocupacional ou ambiental.

Além das problemáticas dos efeitos negativos da utilização destes produtos de forma direta, tem-se as contaminações e poluição do meio ambiente gerados pelo descarte incorreto das embalagens dos agrotóxicos uma vez que o meio ambiente também é uma grande vítima do manuseio incorreto das embalagens de agrotóxicos, tanto as que são jogadas no solo, como observado na figura 6, que além de contamina-lo necessitam de anos para serem degradadas, quanto as que são descartadas nos rios que sofrem a contaminação por estes poluentes uma vez que muitas vezes as embalagens são lavadas e até mesmo jogadas nos rios criando um alto índice de poluição (BERNARDI, 2018).



Figura 6: Demonstração do descarte incorreto de embalagens de agrotóxicos.

Fonte: G1, 2017.

A legislação vigente prevê na lei de número 7.802 de 11 de julho de 1989, artigo 3º, que os agrotóxicos, seus componentes e afins só serão produzidos, comercializados

e utilizados se forem registrados anteriormente em um órgão federal de acordo com as diretrizes dos órgãos que se encarregam dos setores do meio ambiente, saúde e da agricultura. No parágrafo 6º está vetado o registro de agrotóxicos que, de forma geral, representem um perigo para a saúde humana desde distúrbios hormonais até efeitos teratogênicos e carcinogênicos, além dos produtos que apresentem características nocivas ao meio ambiente (BRASIL, 1989).

Alguns países da Europa como destacado por Boechel e Kowalski (2020), estão entre os países que não permitem a comercialização de muitos pesticidas que ainda são utilizados na produção brasileira, fazendo com que o país siga na contramão como o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Algo que se torna preocupante, levando em consideração o potencial negativo que tais substâncias apresentam tanto para os seres humanos como para o meio ambiente.

2.4 Impacto dos agrotóxicos no solo

Boechel e Kowalski (2020) elucidam que práticas adotadas na agricultura convencional trazem riscos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e como consequência a saúde humana é afetada. Os agrotóxicos são destacados pelos autores como figuras que representam sérias ameaças à biodiversidade do planeta, algo tão importante quando se pensa no ponto de vista do equilíbrio natural da vida na Terra, uma vez que estão intimamente ligados um ao outro.

Entre os agrotóxicos utilizados na agricultura, têm os herbicidas como os que detêm o maior volume de uso. Além deste fator, sabe-se que estes produtos são frequentemente aplicados diretamente sobre o solo para prevenir a infestação de plantas daninhas na área de cultivo, desta forma as concentrações destes produtos no solo tendem a ser maiores, bem como o impacto potencial que estas substâncias podem desencadear no ecossistema edáfico. Qualquer quantidade de pesticida utilizado na agricultura que não atinja o alvo não terá o efeito desejado e passa a representar uma perda agrônômica, além de se tornar uma fonte de contaminação ambiental (ARAÚJO et al, 2019).

Correia (2018), destaca que quando o depósito de agrotóxicos não atingem totalmente o alvo, pode contaminar uma cultura mais sensível a esta substância em um raio de até 15 km do local onde a aplicação foi efetuada, além de poder retornar ao solo através da chuva, no processo de condensação.

Os recursos naturais sofrem com os processos de degradação cada vez mais constantes causados pelo homem, estes recursos são extremamente importantes para o meio ambiente e para a garantia da vida no planeta. O solo é um destes recursos naturais que detém uma grande importância pois é o ambiente do qual utilizamos para suprir a nossa demanda de alimentos (GOMES; SOUZA; BROETTO, 2019).

Correia (2018), traz, de forma simplificada, a constituição do solo. De acordo com o autor o solo é constituído pela fração sólida, onde pode-se encontrar a argila, o silte, a

areia e a matéria orgânica, a solução que seria, de acordo com o autor, a água do solo e o ar principalmente CO₂ e O₂. De acordo com o autor, o herbicida pode ocupar estes três espaços no solo sendo que quando se encontra na solução do solo, pode sofrer o processo de lixiviação sendo que quando se encontra adsorvido, ou retido, na matéria orgânica ou a argila está protegido deste tipo de perda. Estas características de solubilidade em água e adsorção ao solo são importantes e a sua avaliação deve ser realizada em conjunto uma vez que herbicidas fortemente adsorvidos ao solo, mesmo apresentando uma alta solubilidade não estão propensos a perdas por lixiviação.

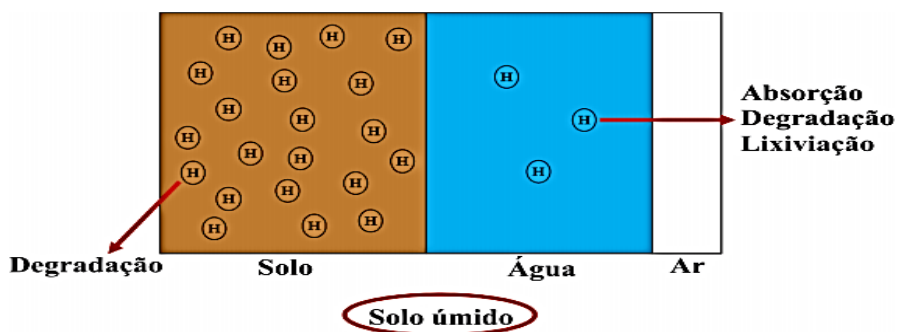


Figura 7: Esquema da distribuição das moléculas do herbicida no solo: adsorvido à fração sólida ou dissolvido na solução (água).

Fonte: CORREIA, 2018

A preocupação com a contaminação do solo é referente à interferência que o princípio ativo destes pesticidas tem sobre os processos biológicos responsáveis pela oferta de nutrientes tendo em vista as alterações sofridas na degradação da matéria orgânica, ocorrendo a inativação e morte dos microrganismos invertebrados que se desenvolvem no solo (ALVES et al., 2019).

A modificação dos ecossistemas naturais pode causar uma degradação ambiental internamente. A erosão do solo em estágios avançados além de ter o potencial de transportar sedimentos pode remover nutrientes, carbono orgânico e contaminantes agroquímicos para fora do sistema de cultivo diminuindo a produtividade geral da terra (AVANZI et al., 2013), além de ocasionar outros problemas como a eutrofização de águas.

Alves et al (2019), relata que o aumento considerável no volume de agrotóxicos aplicados tem ocasionado uma série de transtornos e modificações para o meio ambiente, seja através da contaminação das comunidades de seres vivos por estas substâncias ou pela acumulação destas nos segmentos bióticos e abióticos do ecossistema como a água, o ar e solo. Um dos efeitos que são ocasionados pelos agrotóxicos é a contaminação de espécies não alvo, ou seja, espécies que não interferem no processo de produção.

2.5 Impactos no ambiente aquático

Alves et al., (2019), relata que os recursos hídricos agem em todos os processos biogeoquímicos e que os principais destinos dos pesticidas, principalmente quando aplicados na agricultura são as águas superficiais ou subterrâneas, por essa razão a preocupação com a contaminação destes recursos tem aumentado desde 1979 quando os Estados Unidos da América observaram os primeiros traços de contaminação.

A poluição ocasionada pela atividade agropecuária tem se tornado cada vez mais séria em todo mundo, no entanto os países em desenvolvimento são os que mais apresentam essa problemática devido a grande quantidade de fertilizantes, herbicidas e inseticidas utilizados no processo de produção sendo responsáveis especialmente pela poluição da água (CHEN et al., 2017).

Segundo dados do IBGE (2011), diversos municípios declararam a existência de poluição por agrotóxicos nos três tipos de captação realizadas para o abastecimento, sendo água superficial, poço raso e poço fundo, em especial na água superficial. De acordo com o senso, isto ocorre em função do grande volume destas substâncias que são aplicadas nas lavouras e a proximidade destas áreas com os pontos de captação, associados as características de persistência, mobilidade e toxicidade em água destas substâncias afetam sobretudo a água em superfície.

Nos países em desenvolvimento existe um rápido crescimento na taxa de uso de pesticidas, a dependência destes compostos de amplo espectro, baixa efetividade das estruturas institucionais, a aplicação de regras fracas sobre o uso e consumo dos pesticidas, além da limitação no conhecimento e consciência dos produtores sobre o uso de produtos químicos que são perigosos, representa um grande desafio para o desenvolvimento de um manejo seguro e sustentável dos pesticidas. Além dos efeitos que o uso indiscriminado apresenta para a saúde humana, tem-se os impactos ocasionados nos ecossistemas aquáticos, que também são gerados pela poluição resultante do setor agropecuário, a exemplo destes, a eutrofização, causada pelo acúmulo de nutrientes em lagos e águas costeiras, tem um impacto significativo sobre a biodiversidade e pescarias. A degradação que ocorre na qualidade da água pode ainda apresentar um impacto direto nas demais atividades produtivas, incluindo na própria agricultura. O assoreamento de barragens causados pela mobilização de sedimentos e a irrigação com solução salina ou água salobra acaba limitando a produção agrícola resultando em percas de milhares e milhares de hectares em todo mundo e dos investimentos destinados a estas áreas (MATEOSAGASTA et al., 2017).



Figura 8: Demonstração do processo de eutrofização.

Fonte: DUARTE, J. M. 2016.

Sjerps et al., (2019), em seu estudo sobre a ocorrência de pesticidas em fontes de água subterrâneas e superficiais usados para água potável na Holanda puderam constatar a presença de pesticidas que tinham sido autorizados recentemente no país, segundo os autores, quinze de vinte e quatro pesticidas foram encontrados e destes quinze pesticidas encontrados, sete estavam acima do padrão de qualidade da água. Para os autores estes novos compostos liberados no país são importantes para o monitoramento de neonicotinóides que são conhecidos pelos seus impactos ambientais e foram encontrados em concentrações altas. O impacto destas substâncias no ambiente aquático representa um perigo em escala global tanto para o meio ambiente e saúde humana como para as produções agrícolas.

2.6 Poluição atmosférica por agrotóxicos

Maciel et al., (2019) destacam que a exposição a poluentes atmosféricos decorrentes da atividade humana representa um grande risco à saúde da população, sendo responsável por desencadear problemas no sistema respiratório e cardiovascular, além de óbitos em pessoas expostas frequentemente a estas condições.

Em diversos países a poluição atmosférica é abordada com análise por classes químicas específicas de agrotóxicos e os efeitos que estes podem ter à saúde, além de não colocar o uso destes produtos na agroindústria associado a poluição atmosférica no centro das investigações científicas. No entanto diversos estudos abordam a contaminação do ar por agrotóxicos e os produtos da degradação causada por estas substâncias, independente das fontes de emissão e meios pelos quais estes químicos chegam à atmosfera (SOUZA et al., 2017).

Zhou et al., (2020), estudaram os níveis e risco de inalação de inseticidas neonicotinóides em partículas finas (PM_{2.5}) nas áreas urbanas e rurais da China. Segundo os autores, a possível toxicidade destes pesticidas e de outros contaminantes absorvidos

em PM2.5, e o uso crescente destas substâncias tem como efeito um risco potencial à saúde para as populações. A avaliação da exposição aos neonicotinóides evidenciou a existência de contribuições por via inalável e em residentes rurais para os autores a exposição por inalação pode ser um caminho importante de análise, especialmente a longo prazo uma vez que as concentrações são mais elevadas.

Os organoclorados representam uma classe de pesticidas restritos na China, no entanto alguns autores como Liu et al., (2019) relatam a presença destes compostos em PM2.5 na região do Monte Tai, um local ao norte da china. De acordo com os autores, estes compostos foram os mais abundantes na análise da região e a sua origem era de áreas agrícolas do Sudoeste.

O particulado fino, de tamanho menor que 2,5 micrometros (μm), constitui o chamado PM2,5 (SEMA, 2012). Pinault et al., (2016) em sua estimativa de risco de mortalidade atribuída a baixas concentrações de partículas finas no meio ambiente na coorte de pesquisa de saúde da comunidade canadense observaram que houve um aumento nos riscos de mortalidade não acidental mesmo em concentrações muito baixas de PM2.5.

Em função da periculosidade destes poluentes na atmosfera e da contribuição do setor agrícola para o agravamento da quantidade destes materiais e de impactos em outros setores do meio ambiente e na saúde humana fica claro a necessidade de adotar práticas que visem cada vez mais a sustentabilidade.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os agrotóxicos, quando utilizados de forma inadequada, sem se ater às indicações de fabricantes, recomendações de profissionais da área e sem um acompanhamento técnico tem como consequência impactos nos diversos setores do meio ambiente como no solo, no ambiente hídrico e no ar, além de afetar direta e indiretamente a vida do homem e dos animais.

Diante desta revisão foi possível observar os efeitos que tais substâncias exercem sobre os mais diversos organismos, sobretudo nos produtores que por diversas vezes sofrem de intoxicação ocupacional pelo contato com os agrotóxicos. É importante ressaltar que a ausência de equipamentos individuais de proteção (EPI's) e a falta de conhecimento acerca do perigo que estas substâncias apresentam para a saúde do produtor são fatores que intensificam os problemas gerados pelo modelo convencional de produção.

A adoção de modelos alternativos de agricultura que visem um desenvolvimento sustentável baseados nos princípios da agroecologia é uma das alternativas para mitigar os efeitos que os agrotóxicos exercem sobre o meio ambiente e a população que se encontra em contato direto e indireto com tais produtos.

Além disso, a fiscalização das propriedades é um ponto importante para a solução de tais problemas, desde as matérias primas que são utilizadas na produção até o descarte

são medidas que se adotadas podem reduzir os impactos que estes produtos geram no meio ambiente e na saúde humana não só da população que consome estes produtos mais dos produtores e o seu núcleo familiar que compõem a parcela mais propícia de sofrer com estes produtos.

REFERENCIAS

ARAÚJO, V. C. R., FERREIRA, T. C., SANTOS, M. L. M., RAMOS, G. S. GOMES, G. R. Impactos Ambientais de Pesticidas sobre o Solo In: ZABOTTO, A. R. Estudos Sobre Impactos Ambientais: Uma Abordagem Contemporânea. FEPAF. Botucatu, Brasil. pp.128-143, 2019.

ALVES, D. R.; SILVA, D.; RUFINO, E. V.; CUNHA, L. M.; BRITO, J. G. Saúde e prevenção do trabalhador: Agricultores e o uso de agrotóxicos. **Revista Enfermagem e Saúde Coletiva**, 4(2), p.37-44, 2019.

AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; NORTON, L. D.; BESKOW, S.; MARTINS, S. G. Spatial distribution of water erosion risk in a watershed with eucalyptus and Atlantic Forest. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 37, n. 5, 427-434, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542013000500006>

BALLESTRERI, E. Teste de micronúcleos como ferramenta para avaliação da exposição ocupacional a pesticidas: revisão. v.10, n.1, 23 feb. 2017. doi.org/10.22280/revintervol10ed1.260

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a Pesquisa, a Experimentação, a Produção, a Embalagem e Rotulagem, o Transporte, o Armazenamento, a Comercialização, a Propaganda Comercial, a Utilização, a Importação, a Exportação, o Destino Final dos Resíduos e Embalagens, o Registro, a Classificação, o Controle, a Inspeção e a Fiscalização de Agrotóxicos, seus Componentes e Afins, e dá outras Providências. **Diário Oficial da União. Brasília**, Seção 1, p. 11459, 12 jul. 1989.

BROCHARDT, V. S.; PAULINO, F. O. Direito à informação sobre agrotóxico no Brasil - Comunicación, sociedad y Derechos Humanos. **Egregius**, p.137-154, 2019.

BERNARDO, L. V. M.; FARINHA, M. J. U. S.; CARDOSO, J. S.; RUVIARO C. F. Uso de agrotóxicos e perfil de intoxicação humana na região centro-oeste do Brasil. **Multitemas**. Campo Grande, MS. v.24, n.57, p.137-157, 2019.

BELCHIOR, D. C. V.; SARAIVA, A. S.; LÓPEZ, A. M. C.; SCHEIDT, G. N. Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v.34, n.1, p.135-151, 2017.

BURALLI, R. J. Efeitos à saúde por exposição ambiental e ocupacional aos pesticidas de uso agrícola. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. <http://doi.org/10.11606/T.6.2020.tde-20022020-082631>.

BOTELHO, M. G. L.; PIMENTEL, B. S.; FURTADO, L. G.; LIMA, M. C. S.; CARNEIRO, C. R. O.; BATISTA, V. A.; MARINHO, J. L. M.; MONTEIRO, A. L. P. R.; SILVA, T. P.; PONTES, A. N.; COSTA, M. S. S. Pesticides in agriculture: agents of environmental damage and the search for sustainable agriculture. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5806. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5806>. Acesso em: 24 oct. 2020.

BERNARDI, A. C. A.; HERMES, R.; BOFF, V. A. Manejo e destino das embalagens de agrotóxicos. **PERSPECTIVA**, Erechim. v.42, n.159, p.15-28, 2018.

BOECHEL, G.; KOWALSKI, C. M.; Biossegurança alimentar: organismos geneticamente modificados, agrotóxicos e seus impactos na biodiversidade. **Biodiversidade, recursos hídricos e direito ambiental**. p.68-77, 2020.

CARSON, R. Primavera silenciosa. São Paulo: **Melhoramentos**, 2º ed. 1969.

CARVALHO, M. M. X.; NODARI, E. S.; NODARI, R. O. “Defensivos” ou “agrotóxicos”? História do uso e da percepção dos agrotóxicos no estado de Santa Catarina, Brasil, 1950-2002. **História, Ciências, Saúde -Manguinhos**. v.24, n.1, p. 75-91, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-59702017000100002>.

CORREIA, N. M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Brasília. 2018.

CHEN, Y.; WEN, X.; WANG, B. NIE, P. Agricultural pollution and regulation: How to subsidize agriculture? **Journal of Cleaner Production**. v. 164, p. 258-264, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.216>

DEIHIMFARD, R. S.; SOUFIZADEH, S. S.; MOINODDINI, J.; KAMBOUZIA, E.; ZAND, A. M.; DAMGHANI, L. Saberpour Avaliando o risco do uso de inseticida nas escalas de campo e regional no Irã. **Crop Protection**, 65, p.29-36, 2014.

FARKHONDEH, T.; MEHRPOUR, O.; FOROUZANFAR, F.; ROSHANRAVAN, B.; SAMARGHANDIAN, S. Oxidative stress and mitochondrial dysfunction in organophosphate pesticide-induced neurotoxicity and its amelioration: a review. **Environ Sci Pollut Res Int**, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09045-z>

FRÉ, S. P.; HARTMANN, M. T. Avaliação do potencial genotóxico da exposição aguda de três tipos de agrotóxicos em afíbios. **X Jornada de iniciação científica e tecnológica da UFFS**, v.1 n.10, 2020. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/JORNADA/article/view/14017> Acesso em: 20 out. 2020.

GODOY, B. R. B.; CONTE, A. M.; GOVONI, B.; BOEIRA, J. M. Avaliação de micronúcleos e outras alterações nucleares em células esfoliadas da mucosa bucal de indivíduos expostos direta e indiretamente aos agrotóxicos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.5, n.11, 2019. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n11-086>

GOMES, E. R.; SOUSA, V. F.; BROETTO, F. Monitoramento de Solução do Solo Cultivado e Conservação In: Zabotto, A. R. **Estudos Sobre Impactos Ambientais: Uma Abordagem Contemporânea**. FEPAF. Botucatu, Brasil. pp. 144-152. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Atlas em saneamento, 2011. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_s> Acesso em: 29 out 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. Brasília, Distrito federal; 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2018_v45_br_informativo.pdf>. Acesso em: 04 set. 2020.

JOBIM, P. F. C.; NUNES, L. N.; GIUGLIANI, R.; CRUZ, I. B. M. Existe uma associação entre mortalidade por câncer e uso de agrotóxicos? Uma contribuição ao debate. **Ciência & Saúde Coletiva [online]**, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.277-288, 2010.

LONDRES, F. Agrotóxicos no Brasil, Uma Ação em Defesa da Vida, 1. ed. Rio de Janeiro. AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.

LOPES, F. G.; MOREIRA, J. N.; SILVA, M. G.; BRUNET, P. D. M.; NASCIMENTO, D. M. Diagnóstico do uso de agrotóxicos no PISG e PIVAS, PB. **Revista de Agroecologia no Semiárido (RAS)** – (Sousa – PB), v.3, n.1, p. 21 -31, 2019.

LIU, J.; WANG, H. Y.; SONG, S. J.; MA, H. C.; SUN, W. T.; WANG, L.; WANG, Y.; YI, X. L.; GUO, L. Q.; LI, P.H.; (2019). Níveis, fontes potenciais e avaliação de risco de pesticidas organoclorados em matéria particulada atmosférica em local de referência regional. *Aerosol Air Qual. Res.* 19: 2008-2016. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2019.06.0321>

MAIA, J. M. M.; LIMA, J. L.; ROCHA, T. J. M.; FONSECA, S. A.; MOUSINHO, K. C.; SANTOS, A. F. Perfil de intoxicação dos agricultores por agrotóxicos em alagoas. **Diversitas Journal**, v. 3, 2018.

MOTTA, D. Portal reúne dados sobre agrotóxicos no País. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro FAPERJ, 25 ago. 2016. Disponível em:< <http://www.faperj.br/?id=3222.2.2> >. Acesso em: 19 ago. 2020.

MORIN, P. V.; STUMM, E. M. F. Transtornos mentais comuns em agricultores, relação com agrotóxicos, sintomas físicos e doenças preexistentes. **Psico**, v.49, n.2, p.196-205, 2018. doi.org/10.15448/1980-8623.2018.2.26814

MATEO-SAGASTA, J.; ZADEH, S. M.; TURRAL, H. et al. Water pollution from agriculture: a global review. FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. IWMI, 2017.

MACIEL, C. S. M.; GURGEL, J. A. F.; CAVALCANTI, L. M. B.; SOUZA, M. N. A. Poluição atmosférica: consequências para a saúde da população brasileira. **Journal of Medicine and Health Promotion**. v.4, n.2, p.1153-1159, 2019.

NASCIMENTO, L.; MELNYK, A. A química dos pesticidas no meio ambiente e na saúde. **Revista Mangaio Acadêmico**, v.1, n.1, 2016.

OLINGER, G. *Ascensão e decadência da extensão rural no Brasil*. Florianópolis: **Epagri**. 1996.

OLAKKARAN, S.; PURAYIL, A. K.; ANTONY, A.; MALLIKARJUNAIAH, S.; PUTTASWAMYGOWDA, G. H. Oxidative stress-mediated genotoxicity of malathion in human lymphocytes. **Mutation Research, Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v.849, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2020.503138>

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.22, n.10, p.3281-3293, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>

PINAULT, L.; TJEPKEMA, M.; CROUSE, D.; WEICHENTHAL, S.; VAN DONKELAAR, A.; MARTIN, R. V.; BRAUER, M.; CHEN, H.; BURNETT, R. T. Risk estimates of mortality attributed to low concentrations of ambient fine particulate matter in the Canadian community health survey cohort. **Environ Health**. v.15, n.18, 2016. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0111-6>

RAMOS, M. L. H.; LIMA, V. S.; SILVA, R. E.; NUNES, J. V. N.; SILVA, G. C. Perfil epidemiológico dos casos de intoxicação por agrotóxicos de 2013 a 2017 no Brasil. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.6, n.7, p.43805-43806, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-119>

RIOS, E. M. Determinação da distância de alcance dos pesticidas utilizados em forma de spray automático. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguai, Uruguai, 2017. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/handle/riu/3365> Acesso em: 08 out. 2020.

SENA, A. O. V.; SANTANA, G. P. G.; FERREIRA, M. J.; BOGO, M. N. R.; CARVALHO, L. F. O. Agroecologia e produção orgânica na agricultura familiar no território extremo sul da Bahia. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, 2019.

SEMA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. 1º relatório de qualidade ambiental do município de porto velho - rqa/pvh. Rio de Janeiro: **Letracapital**, 2012. Disponível em: <https://sema.portovelho.ro.gov.br/uploads/arquivos/2018/05/27091/1526949331relatorio-de-qualidade-ambiental-2011.pdf> Acesso em: 30 out 2020.

SILVA, D. O.; FERREIRA, M. J. M.; SILVA, S. A.; SANTOS, M. A.; SANTOS, H. D. H.; SILVA, A. M. C. Exposição aos agrotóxicos e intoxicações agudas em região de intensa produção agrícola em Mato Grosso, 2013. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v.28, n.3, 2019. <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742019000300013>.

SILVA, M. F. O.; MISUNO, K. R.; PRADO, J. A. F.; SIEGLOCH, A. E.; SILVA, B. F.; AGOSTINETTO, L. Relação entre número de agrotóxicos registrados e casos de intoxicação em santa catarina. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde da UNIARP**. v.9, n.2 2019.

SOUZA, S. S.; ALMEIDA, R. Panorama das intoxicações exógenas por agrotóxicos agrícolas na Bahia. **Revista de Extensão e Estudos Rurais**, v. 8, n. 2, p. 21-42, 2020.

SCOTTI, A.; OLIVEIRA, A. B. F. D.; SILVA, J. D. Avaliação da genotoxicidade em sojicultores expostos a agroquímicos no estado do mato grosso. 2017. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/AVALIA%C3%87%C3%83O-DA-GENOTOXICIDADE-EM-SOJICULTORES-A-NO-DO-Scotti-Oliveira/821831a85bde5f6d1e459e7ad7ceeca57d6f27af#references> Acesso em: 19 out. 2020.

SOUZA, G. S.; COSTA, L. C. A.; MACIEL, A. C.; REIS, F. D. V.; PAMPLONA, Y. A. P. Presença de agrotóxicos na atmosfera e risco à saúde humana: uma discussão para a vigilância em Saúde Ambiental. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v.22, n.10, p.3269-3280, 2017. <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.18342017>

SJERPS, R. M. A.; KOOIJ, P. J. F.; LOON, A. V.; WEZEL, A. P. V. Occurrence of pesticides in Dutch drinking water sources. **Chemosphere**. v.235, p.510-518, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.06.207>

ZHOU, Y.; GUO, J.; WANG, Z.; ZHANG, B.; SUN, Z.; YUN, X.; ZHANG, J. Levels and inhalation health risk of eonicotinoid insecticides in fine particulate matter (PM_{2.5}) in urban and rural areas of China. **Environment International**. v.142, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105822>

CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀) DEL HERBICIDA RANGO 480 SOBRE *Daphnia spp.* JAÉN - PERÚ

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 29/12/2020

Franklin Hitler Fernandez Zarate

Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental. Jaén, Perú.

Jorvin Jair Mendoza Guarniz

Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental. Jaén, Perú.

Annick Estefany Huaccha Castillo

Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental. Jaén, Perú.

David Coronel Bustamante

Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental. Jaén, Perú.

RESUMEN: El objetivo del presente estudio fue determinar la concentración letal media (CL₅₀) del herbicida rango 480 sobre *Daphnia spp.* a través de pruebas de toxicidad. El sistema utilizado durante el periodo de experimentación fue de tipo estático, de corta duración y sin renovación, teniendo en cuenta las características de su hábitat, agua natural de su microhábitat y otras características ambientales. Se realizaron cinco tratamientos de 20, 40, 60 y 80 ppm y un testigo, con diez repeticiones por tratamiento. La concentración letal media permitió determinar la concentración efectiva del tóxico que inmovilizaba al 50% de los individuos en un periodo de 48 horas (CL₅₀) mediante la aplicación del Método Probit del programa estadístico

SPSS. La concentración letal media del herbicida Rango 480 para *Daphnia spp.* fue de 39,48 ppm. Se concluye que a diferentes concentraciones de herbicida los efectos sobre los organismos varían; es decir, a mayor concentración de herbicida, mayor será la cantidad de organismos muertos.

PALABRAS CLAVE: *Daphnia spp.*, herbicida Rango 480, concentración letal media, bioensayo, método Probit.

ABSTRACT: The objective of the present study was to determine the mean lethal concentration (LC₅₀) of the herbicide rank 480 on *Daphnia spp.* through toxicity tests. The system used during the period of experimentation was static, of short duration and without renewal, taking into account the characteristics of its habitat, the natural water of its micro-habitat and other environmental characteristics. Five treatments of 20, 40, 60 and 80 ppm and one control were performed, with ten repetitions per treatment. The mean lethal concentration allowed determining the effective concentration of the toxin that immobilized 50 % of the individuals in a 48 hour period (LC₅₀) by applying the Probit Method of the SPSS statistical program. The mean lethal concentration of the herbicide Rank 480 for *Daphnia spp.* was 39,48 ppm. Concluding that at different herbicide concentrations the effects on organisms vary; in other words, the higher the concentration of herbicide, the greater the number of dead organisms.

KEYWORDS: *Daphnia spp.*, Rango herbicide 480, mean lethal concentration, bioassays, Probit method.

1 | INTRODUCCIÓN

MEA (2005), afirma que la agricultura ha sido una de las principales fuerzas impulsoras en la degradación de sistemas acuáticos en los últimos 50 años, especialmente debido al uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas. El destino de los residuos de plaguicidas y su potencial daño a la salud humana es generalmente poco conocido (Devine *et al.*, 2008).

Los herbicidas son compuestos complejos que tienen la capacidad de controlar las plantas que perjudican los cultivos. Estos, como otros productos para la protección de los cultivos, deben ser utilizados de acuerdo con el conocimiento de todas sus características y propiedades, para así obtener la máxima efectividad de su acción, ya que por ser compuestos que producen impacto ambiental, no se justifica su uso sin una rentabilidad acorde a dicho impacto, que en todo caso debe ser el más bajo posible (Alvaro, 2007).

Nasr y Badawy (2015) y Ruiz (2015) afirman que los bioindicadores ambientales son organismos no destinatarios cuya presencia y fisiología nos muestran determinadas circunstancias de un lugar, permitiéndonos conocer si existen alteraciones en las cadenas tróficas, además, estos organismos son fáciles de coleccionar, reproducir y cuantificar algún efecto que se desee evaluar.

Los ensayos de toxicidad acuática diagnostican el impacto de los contaminantes sobre la biota (Blaise y Gagné, 2009). Los ensayos agudos nos permiten determinar la concentración de una muestra que provoca la muerte al 50% de una población expuesta (concentración letal media o CL_{50}) en un tiempo conocido (Díaz *et al.*, 2004). Martínez *et al.* (2008) mencionan que la evaluación de los efectos tóxicos de los contaminantes se realiza a través de la exposición controlada de organismos de prueba seleccionados, a concentraciones establecidas de compuestos químicos, o bien directamente a diluciones de muestras de efluentes contaminantes.

La especie *Daphnia spp.* (del grupo de los Cladóceros) es la más utilizada como organismo de prueba o de referencia en pruebas de toxicidad. Debido a que esta especie tiene una amplia distribución geográfica, el papel que cumple al interior de la comunidad zooplanctónica, la facilidad de cultivo en el laboratorio, su reproducción partenogenética (lo cual asegura una uniformidad de respuesta), su ciclo de vida corto y su amplia prolificidad, han hecho de este grupo un ideal para la evaluación de toxicidad, de carácter universal (Dodson y Hanazato, 1995; Sarma & Nandini, 2006; Koivisto, 1995).

Díaz *et al.* (2004), mencionan que los efectos sobre *Daphnia* se manifiestan a través de alteraciones fisiológicas y reproductivas, dificultades al nadar, inmovilidad y posterior muerte. *Daphnia* (Cladóceros) es un crustáceo clave de agua dulce con muchas funciones ecológicamente importantes, resultando ser una buena herramienta para la detección temprana de impacto tóxico de varios agentes en ecosistemas acuáticos (Bownik, 2017; Bownik *et al.*, 2018).

El objetivo del presente estudio fue determinar la concentración letal media (CL_{50}) del herbicida rango 480 sobre *Daphnia spp.* a través de pruebas de toxicidad.

2 | MATERIAL Y MÉTODOS

La colecta de muestras de agua para determinar la presencia de *Daphnia spp.*, se realizó en el sector conocido como la Granja, distrito y provincia de Jaén, Cajamarca.

La zona de muestreo se eligió considerando; primero, la revisión bibliográfica que describe y especifica las características de hábitat en el que se desarrollan las poblaciones de *Daphnia spp.* (zonas donde hay alta concentración de materia orgánica, aguas de desecho, charcos, lugares donde existen microorganismos como bacterias, levaduras y microalgas) y, segundo, eligiendo zonas o lugares locales con cultivo de arroz, que se encuentren en la fase inundable de cultivo, procediendo a la colecta de muestras de agua, las que fueron llevadas al laboratorio de Ingeniería Forestal y Ambiental para determinar la presencia de estos individuos. Las áreas de cultivo de arroz fueron seleccionadas por la importancia en la alimentación local y por lo que, en este, se utilizan una gama de productos químicos para mejorar la producción.

En la Figura 1 se muestra georeferencialmente, el lugar en donde se colectó las muestras de agua. Las coordenadas UTM son 9372541-17M0747031.

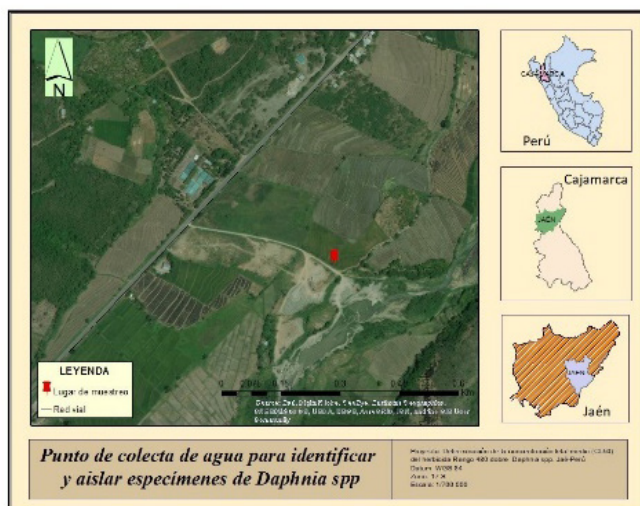


Figura 1 : Lugar de colecta de muestra de agua para identificar y aislar especímenes de *Daphnia spp.*

Parámetro	Medida
pH	8,8
T° del agua	25,5 °C
Conductividad	5,12 μ S

Tabla 1: Parámetros físicos y químicos registrados en campo (área de colecta de muestra)

Parámetro	Medida
T° ambiental	28 °C
Precipitación	0,4 mm
Humedad relativa	86 %

Tabla 2: Parámetros ambientales de la ciudad de Jaén en la fecha de colecta

2.1 Identificación y aislamiento de especímenes de *Daphnia spp.*

Las muestras de agua colectadas en campo fueron transportadas al laboratorio de Ingeniería Forestal y Ambiental (IFA) de la Universidad Nacional de Jaén, se extrajeron muestras de agua las que se colocaron en placas Petri y fueron llevadas al estereoscopio para su identificación con una resolución de 10X y se procedió a su aislamiento.

Para aislar el espécimen (50 individuos) se usó una pizeta para capturarlos, éstos fueron llevados a un medio de laboratorio para que se reproduzcan y obtener individuos en estado de madurez adulta (sistema reproductor visible) para el estudio. Como medio se usó un recipiente de cinco litros, para cerciorarse de que reúne las condiciones requeridas por esta especie para su desarrollo, se agregó agua colectada del mismo ambiente de donde se colectó los individuos de *Daphnia spp.* en un volumen de tres litros, (Tabla 3). Luego se midieron parámetros de temperatura, pH, conductividad; al medio se le instaló un aireador artificial para proporcionar oxígeno (5 horas al día), además de ello, como alimento se usó, algas filamentosas y levaduras extraídas del mismo microhábitat de *Daphnia spp.* El tiempo en que se mantuvieron en este medio fue de 20 días, se le proporcionó alimento interdiario con una cantidad de 0,5 g de algas filamentosas y 0,5 g de levaduras.

Parámetro	Medida
Temperatura	22 +/- 2 °C
Fotoperiodo	14 h luz/ 10 h oscuridad
pH	8 – 8,8
Oxígeno disuelto	>6 mg/ L O ₂
Alimentación	Algas y levaduras
*Maduración sexual	10 +/- 2 días

Tabla 3: Parámetros de control en laboratorio de IFA

*Tiempo en el cual las hembras liberan sus primeros neonatos

2.2 Condiciones necesarias para el desarrollo de ensayos de toxicidad

Con el fin de obtener resultados fiables se tomó en cuenta las siguientes condiciones (Tabla 4).

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones por tratamiento	10
Volumen de solución (herbicida más agua) por unidad experimental	10 ml
Número de individuos por tratamiento	50 individuos
Tiempo de exposición	48 horas

Tabla 4: Condiciones generales de exposición usadas en los ensayos

2.3 Montaje para pruebas de toxicidad

Procedimiento

Se montó la batería (50 vasos), las cuales estuvieron distribuidas de acuerdo a las cuatro concentraciones de herbicida; 20, 40, 60 y 80 ppm y un testigo (cada vaso se le rotuló con la respectiva concentración). Se adicionó 10 ml de los diferentes porcentajes de concentración con ayuda de una pipeta graduada, siendo preparadas diez replicas por concentración. Se llevó a cada vaso 5 individuos de *Daphnia spp.*, con ayuda de una pizeta de plástico, cada concentración necesitó 50 organismos haciendo una suma total de 250 individuos.

La batería fue cubierta con una bolsa negra con el propósito de aislarla de la luz por el tiempo de exposición para que se produzca un mayor contacto entre los organismos y el herbicida. Luego de 48 horas de exposición se realizó el conteo de la cantidad de organismos que habían muerto en cada vaso

3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tratamiento	Número de organismos muertos										Total	Mortandad (%)	Media
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10			
Blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 ppm	3	2	3	1	1	2	0	4	3	2	21	42	2,1
40 ppm	4	3	2	3	2	3	3	4	2	2	28	56	2,8
60 ppm	5	3	4	3	5	4	3	3	1	1	32	64	3,2
80 ppm	5	5	4	5	5	3	5	4	5	5	46	92	4,6

Tabla 5: Número de organismos muertos luego de 48 horas de exposición

Se puede observar que, para las concentraciones de 20, 40, 60 y 80 ppm el porcentaje de mortalidad fue del 42%, 56%, 64% y 92% respectivamente, concluyéndose que la concentración donde más de la mitad de los organismos expuestos de *Daphnia spp.* se murieron por la exposición al herbicida fue 40 ppm.

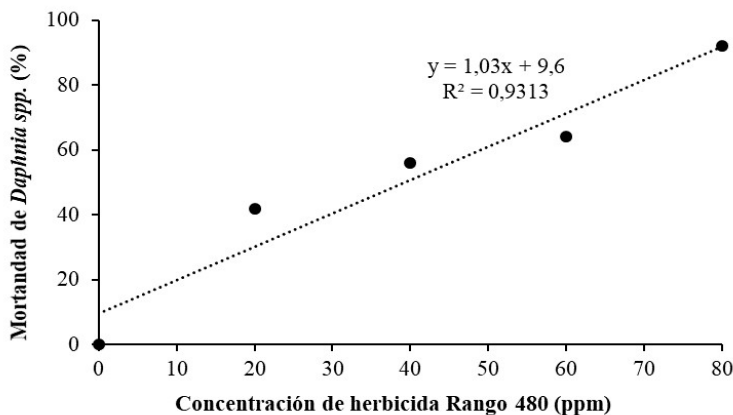


Figura 2: Gráfica de porcentaje de mortandad de individuos de *Daphnia spp.* vs concentración del herbicida Rango 480 (en ppm)

Se observa que existe una alta relación entre el porcentaje de mortandad de individuos de *Daphnia spp.* y la concentración del herbicida Rango 480, llegando a tener un R^2 igual a 0,9313, es decir; si se incrementa la concentración del herbicida el porcentaje de mortandad también lo hace.

Estimación de parámetros	Parámetro	Estimación	Error típico	Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
PROBITa	Concentración	0,032	0,00	8,72	0,00	0,02	0,04
	Intersección	-1,282	0,18	-7,29	0,00	-1,46	-1,11

Tabla 6: Análisis de datos en programa estadístico SPSS

Una de las razones por la cual el género *Daphnia* es usado como un bioindicador de contaminación ambiental, es la amplia distribución, su facilidad de manejo en laboratorio, el papel que cumplen en la comunidad zooplanctónica y sobre todo el tipo de reproducción, que presenta dos fases, sexual y asexual. Si el medio donde se desarrolla reúne condiciones favorables mantiene l fase asexual (partenogénesis), esto permite que las poblaciones sean genéticamente uniformes. Al encontrar individuos de *Daphnia spp.* en áreas de cultivo de arroz demuestra su relevancia como indicador.

Probabilidad	Límites de confianza al 95% para las concentraciones de herbicida		
	Estimación	Límite inferior	Límite superior
0,01	-32,15	395,65	4,21
0,05	-11,16	271,86	17,01
0,10	0,02	206,40	24,38
0,20	13,57	128,37	34,51
0,30	23,34	-74,19	43,89
0,40	31,68	-31,64	55,68
0,50	39,49	21,60	74,21
0,60	47,29	21,62	103,97
0,70	55,63	34,74	145,18
0,80	65,40	44,73	198,77
0,90	78,95	55,17	276,50
0,99	111,12	75,51	465,56

Tabla 7: Análisis de datos en programa estadístico SPSS

Realizadas las pruebas se obtuvo una concentración Letal Media CL_{50} de 39,48, mg/L un límite inferior de 21,6 mg/L y un límite superior de 74,21 mg/L. Mediante esta tabla se puede concluir que, si en un cuerpo de agua se vierte 39,48 mg/L de herbicida Rango 480, se produce la muerte al 50 % de los organismos *Daphnia spp.* presentes en él.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	98,89	4,00	24,72	28,90	0,00	2,61
Dentro de los grupos	34,22	40,00	0,86			
Total	13,11	44,00				

Tabla 8: Datos del análisis de varianza

Se determina el valor de F para luego poder compararse con el valor de F teórico, y poder concluir teniendo en cuenta dos hipótesis.

H_0 : Las diferentes concentraciones generan el mismo efecto en todos los organismos (*Daphnia spp.*).

H_1 : Las diferentes concentraciones generan efectos diferentes en todos los organismos (*Daphnia spp.*).

Se observa que en la prueba realizada el $F_c = 28,9 > F_T = 2,61$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0), y se acepta la hipótesis alterna (H_1), concluyendo que las diferentes concentraciones producen efectos distintos en los organismos de prueba. La concentración letal media (CL_{50}) del herbicida Rango 480 sobre especímenes de *Daphnia spp.* en la cual mueren más del 50 % de estos individuos sometidos a prueba fue de 39,48 ppm, en otros estudios Gamez y Ramírez (2008) determinaron que la concentración letal media para *Daphnia magna* usando el herbicida Roundup 747 fue de 42,9 ppm, por su parte Piñeros y Quintero (2008) determinaron para *Daphnia pulex* que la concentración letal media para esta especie es de 86,64 ppm.

Dantzger *et al.* (2015) registran que *Daphnia similis*, determinó una CL_{50} de $0,97 \times 10^{-3}$ mg/L a 48 horas de exposición a diflubenzuron, Duchet *et al.* (2011) determinaron que para *D. pulex* y *D. magna*, la CL_{50} a 24 horas de exposición a diflubenzurón (0,2; 0,4; 0,8 μ g/L), resultó en una disminución en el número de individuos supervivientes, y también afectó negativamente a la producción de neonatos, tales efectos se observaron en el presente estudio, que de acuerdo a como se fue incrementando la dosis del herbicida el porcentaje de mortandad de los individuos de *Daphnia* en estudio fue incrementándose.

En ensayos de toxicidad por Bernal y Rojas (2007) en pruebas de sensibilidad con dicromato de potasio determinaron una concentración letal media de 0,34 ppm y unos límites de confianza que van desde 0,22 (límite inferior) a 0,56 (límite superior) mientras que Piñeros y Quintero (2008) para pruebas de toxicidad con esta misma sustancia determinó la concentración letal media de 0,29 y unos límites de confianza que van desde 0,25 (límite inferior) a 0,34 (límite superior).

La muerte de individuos de *Daphnia*, según Viñuela *et al.* (1991), señalan que el plaguicida inhibe la síntesis de quitina en los artrópodos y actúa específicamente sobre la cutícula, evitando la incorporación de las unidades de N-acetilglucosamina, por

su parte, Valderrama *et al.* (2015) demostraron la sensibilidad de *Daphnia pulex* frente a la degradación hidrolítica del clorpirifos (CPF) en ensayos de toxicidad a 24 horas de exposición.

4 | CONCLUSIONES

En la investigación se documentó que los efectos (porcentaje de mortandad) sobre poblaciones de *Daphnia spp.* del herbicida Rango 480, varían de acuerdo con su concentración en el medio, a mayor concentración de herbicida el porcentaje de mortandad de estos individuos es mayor; además se observó un amplio rango de sobrevivencia de *Daphnia spp.* ante el herbicida Rango 480. A futuro, se debe abordar el estudio del efecto de herbicidas sobre la fisiología de *Daphnia spp.*

REFERÊNCIAS

ALVARO, A. (2007). **Herbicidas modos y mecanismos de acción en plantas.** Universidad Centro occidental “Lisandro Alvarado” Decanato de Agronomía Departamento de Fitotecnia.

BERNAL, A. y ROJAS, A. (2007). **Determinación letal media (CL 50-48) del mercurio por medio de bioensayos de toxicidad acuática sobre *Daphnia pulex*.** Universidad de La Salle.

BLAISE, C. y GAGNÉ, F. (2009). **Bioassays and biomarkers, two pillars of ecotoxicology: past, present and prospective uses.** Fresenius Environmental Bulletin 18(2): 135-139.

BOWNIK, A.; SOKOŁOWSKA, N. y ŚLASKA, B. (2018). **Efectos de la apomorfina, un antagonista de la dopamina, sobre *Daphnia magna*: imágenes de la densidad de la pista de natación como una herramienta novedosa en la evaluación de la actividad de natación.** Sci. Entorno total 635: 249–258.

BOWNIK, A. (2017). **El comportamiento de natación de *Daphnia* como biomarcador en la evaluación de toxicidad: a revisión.** Sci. Entorno total 601-602: 194–205.

DANTZGER, D.D.; VALLIM, J.H.; MARIGO, A. y AOYAMA, H. (2015). **Prediction of a low-risk concentration of diflufenzuron to aquatic organisms and evaluation of clay and gravel in reducing the toxicity.** Pan-American Journal of Aquatic Sciences 10: 259-272.

DEVINE, G.; EZA, D.; OGUSUKU, E. y FURLONG, M. (2008). **Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas.** Revista peruana de medicina experimental y Salud Pública 25: 74-100.

DÍAZ, M.; BUSTOS, M. y ESPINOSA, A. (2004). **Pruebas de Toxicidad acuática: Fundamentos y métodos.** Bogotá, D.C: Editorial UNIBIBLOS, Universidad Nacional de Colombia.

DODSON, S. I. y HANAZATO, T. (1995). **Commentary on effects of anthropogenic and natural organic chemicals on development, swimming behavior, and reproduction of *Daphnia*, a key member of aquatic ecosystems.** *Environmental health perspectives*, 103(suppl 4):7-11.

DUCHET, C.; INAFUKU, M.M.; CAQUET, T.; LARROQUE, M.; FRANQUET, E.; LAGNEAU, C. y LAGADIC, L. (2011). **Chitobiase activity as an indicator of altered survival, growth and reproduction in *Daphnia pulex* and *Daphnia magna* (Crustacea: Cladocera) exposed to spinosad and difluzenzuron.** *Ecotoxicology and Environmental Safety* 74: 800-810.

GAMEZ, C. y RAMIREZ, E. (2008). **Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) del herbicida Roundup 747 sobre ecosistemas acuáticos mediante pruebas toxicológicas con *Daphnia magna*.** Bogotá, Colombia.

KOIVISTO, S. (1995). Is *Daphnia magna* an ecologically representative zooplankton species in toxicity tests? *Environmental Pollution* 90 (2): 263-267.

MARTÍNEZ, F.; RODRÍGUEZ, J. y MARTÍNEZ, L. (2008). ***Daphnia exilis* Herrick, 1895 (Crustácea: Cladóceras). En: Una especie zooplanctónica potencialmente utilizable como organismo de prueba en bioensayos de toxicidad aguda en ambientes tropicales y subtropicales.** *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 24(4):153-159.

MEA [Millenium Ecosystem Assessment]. (2005). **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis.** Island Press World Resources Institute, Washington, DC.

NASR, H. y BADAWY, M. (2015). **Biomarker Response and Biomass Toxicity of Earthworms *Aporrectodea caliginosa* Exposed to IGRs Pesticides.** *Journal of Environmental & Analytical Toxicology* 5(6): 1.

PIÑEROS, G.P. y QUINTERO, J.A. (2008). **Determinación De La Concentración Letal Media (CL₅₀) del glifosato roundup 747 SG ((NH₄)C₃H₇NO₅P), por medio de bioensayos de toxicidad acuática sobre *Daphnia pulex*.** Bogotá, Colombia.

RUIZ, E. (2015). **Estudio de microcrustáceos (*Daphnia pulex* y *Artemia salina*) como indicadores de toxicidad por causa del dicromato de potasio en la cuenca alta del río Bogotá.** [Tesis]. Universidad Militar Nueva Granada.

SARMA, S. y NANDINI, S. (2006). **Review of Recent Ecotoxicological Studies on Cladocerans.** *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 41(8): 1417-1430.

VALDERRAMA, J.F.N.; Puerta, J.A.B.; Zuluaga, S.C.; Baena, J.A.P. y Pérez, F. J. M. (2015). **Degradación hidrolítica de clorpirifos y evaluación de la toxicidad del extracto hidrolizado con *Daphnia pulex*.** *Revista Politécnica* 10: 9-15.

VIÑUELA, A.E.; MARIGIL, F.B. y del ESTAL PADILLO, P. (1991). **Los insecticidas reguladores del crecimiento y la cutícula.** *Boletín de sanidad vegetal. Plagas* 17: 391-4.

CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS EM CONTEXTOS DE GRANDES EMPREENDIMENTOS DE MINERAÇÃO: UMA ANÁLISE A PARTIR DO PROJETO MINAS RIO

Data de aceite: 01/02/2021

Larissa Pirchiner de Oliveira Vieira

Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito da Universidade Federal Fluminense (PPGSD-UFF)

Wilson Madeira Filho

Professor Titular da Faculdade de Direito e do PPGSD-UFF

RESUMO: O presente trabalho pretende, a partir de uma revisão bibliográfica, identificar os principais conflitos socioambientais no contexto do megaempreendimento de mineração Minas-Rio. Alguns dos processos de criminalização daí decorrentes serão analisados a partir de duas ações judiciais, sendo a primeira uma ação de interdito proibitório (2015), contra lideranças locais, em função de protesto na via pública e a segunda uma ação popular (2018) que, embora tenha sido ajuizada por moradores da região, com intuito de suspender uma audiência pública do processo de licenciamento ambiental acabou sendo utilizada para criminalizar a luta popular. Quanto às práticas de racismo ambiental, estas serão analisadas a partir de revisão bibliográfica sobre o tema e levantamento sobre dados censitários e estudos já realizados sobre as comunidades negras rurais da região.

PALAVRAS-CHAVE: Mineração, conflitos, resistência, criminalização, racismo ambiental.

ABSTRACT: The present work intends, based on a bibliographic review, to identify the main socio-environmental conflicts in the context of the Minas-Rio mining mega-enterprise. Some of the resulting criminalization processes will be analyzed based on two lawsuits, the first being a prohibitory ban action (2015), against local leaders, due to public protest and the second a popular action (2018) which, although it was filed by residents of the region, in order to suspend a public hearing on the environmental licensing process, it ended up being used to criminalize popular struggle. As for the practices of environmental racism, these will be analyzed based on a bibliographic review on the theme and a survey of census data and studies already carried out on the rural black communities in the region.

KEYWORDS: Mining, conflicts, resistance, criminalization, environmental racism.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil se destacou no cenário mundial nos últimos anos como uma potência para exportação de matérias primas – *commodities*, especialmente o minério de ferro. Minas Gerais, estado que carrega, em seu nome e sua história, a mineração, também se destaca nesse sentido. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM (2014), a atividade de mineração está prevista em pelo menos 250, dos 853 municípios mineiros. Além disso, dos dez maiores municípios mineradores do país, sete estão em Minas Gerais.

Com o discurso do interesse público e de que a mineração é uma atividade que gera emprego e renda, muitos empreendimentos são alavancados e outros expandidos, mesmo num cenário de baixa de preços do minério de ferro.

Por trás de tais discursos escondem-se, contudo, inúmeros impactos negativos sobre territórios tradicionais compostos em sua maioria por pessoas negras. Conflitos socioambientais são silenciados e em meio às ilhas de resistências formadas para reivindicar os direitos violadores, a resposta mais imediata é a criminalização da luta social.

É o que vem ocorrendo no Município de Conceição do Mato Dentro, no estado de Minas Gerais, que se situa a 167Km da capital mineira. A região onde está localizado o referido Município encontra-se nas serras da borda leste do Espinhaço Meridional em região de domínio da “Reserva da Biosfera Serra do Espinhaço”, e de biomas, como Mata Atlântica e Cerrado, nas cabeceiras do rio Santo Antônio, a extremo oeste da bacia do rio Doce, nas proximidades do divisor de águas (SISEMA, 2008).

Conceição do Mato Dentro é historicamente conhecida pelas belezas naturais e pelo rico patrimônio arquitetônico, tendo se destacado ao longo de décadas na atividade de turismo de aventura, chegando a ganhar a denominação de Capital Mineira do Ecoturismo, com rico patrimônio natural, arqueológico e espeleológico, sítios urbanos, conjuntos arquitetônicos e paisagísticos e significativo patrimônio imaterial.

A partir de meados de 2006, contudo, a vocação percebida em Conceição do Mato Dentro e região deixou de ser prioridade em razão da modificação das fronteiras econômicas com a proposta do retorno da mineração. Becker (2009, p. 339) ressalta que, no ano de 2006, “as elites regionais de poder decidiram que, além do turismo, a Macrorregião Norte da Estrada Real teria também a mineração como vetor de desenvolvimento regional”. A partir de 2006, portanto, a economia regional tomou novos rumos com o início da implementação do empreendimento Minas-Rio.

O Projeto Minas-Rio envolve uma mina, uma usina de beneficiamento em Conceição do Mato Dentro/MG em localidade limítrofe com o município de Alvorada de Minas, um mineroduto de 529Km de extensão que percorre 33 municípios mineiros e fluminenses, bem como um terminal de minério de ferro (porto marítimo e um distrito industrial) em Porto do Açu - São João da Barra, no estado do Rio de Janeiro.

O empreendimento que foi inicialmente idealizado pela empresa MMX, do grupo EBX, controlado pelo empresário Eike Batista, em 2008, teve as ações adquiridas pela empresa Anglo American, por 5,5 bilhões de dólares (MMX, 2008).

O Projeto se encontra em fase de operação, e em sua terceira fase de expansão. Desde o seu início, contudo, gera muitos impactos na região, submetendo inúmeras comunidades à condição de atingidas, sendo que a resistência por essas formada sofre forte repressão por parte dos poderes constituídos e principalmente da empresa mineradora. Os/as atingidos/as, os impactos, conflitos, e o processo de resistência e as reações a este serão objeto de análise no presente trabalho.

2 I CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS NO CONTEXTO DO PROJETO MINAS RIO

Os conflitos socioambientais são definidos Acselrad (2004, p. 26) como,

[...] aqueles envolvendo grupos sociais com modos diferenciados de apropriação, uso e significação do território, tendo origem quando pelo menos um dos grupos tem a continuidade das formas sociais de apropriação do meio que desenvolvem ameaçadas por impactos indesejáveis – transmitidos pelo solo, água, ar ou sistemas vivos – decorrentes do exercício das práticas de outros grupos.

No âmbito do projeto Minas Rio podemos identificar grupos que possuem suas formas sociais de apropriação do espaço ameaçadas, em decorrência de impactos negativos do projeto Minas Rio. Tal projeto possui grande relevância estratégica e, segundo a empresa Anglo American, trata-se do maior mineroduto do mundo. O empreendimento contou com um complexo processo de licenciamento, tendo ocorrido de forma fragmentada. Isto é, as três principais estruturas (mina, mineroduto e porto) que dependem e interligam-se entre si foram licenciadas por órgãos e processos diferentes, quando deveriam ter tramitado em conjunto. A título de exemplo, o quadro abaixo demonstra o processo de licenciamento ambiental da primeira fase do empreendimento:

LICENCIAMENTO		
Mina		
LP	Dez/2008	SEMAD-MG
LI Fase 1	Dez/2009	
LI Fase 2	Dez/2010	
LO	Set/2014	
Mineroduto		
LP	2007	IBAMA
LI	Mar/2008	
LO	Set/2014	
Porto		
LP	Dez/2006	INEA-RJ
LI	Mai/2007	
LO	Mai/2014	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como é de se notar, o porto foi licenciado antes do mineroduto que por sua vez foi licenciado antes mesmo da mina. A fragmentação do processo de licenciamento trouxe inúmeros prejuízos, especialmente para aqueles que se encontravam na área de inserção do empreendimento. Conforme avalia o relatório da Diversus, essa fragmentação acarretou um “processo mimético de fragmentação dos atingidos, que diante da ausência de comunicação por parte do empreendedor tinham dúvidas sobre quem e como seriam

atingidos acarretando a consequente fragmentação das negociações” (DIVERSUS, 2011, p. 171).

A noção de atingido (a), para fins deste trabalho será aquela adotada por Carlos Vainer, em contribuição ao debate dos atingidos por empreendimentos hidrelétricos, noção que pode também ser utilizada para os grandes empreendimentos minerários. Afirma, inicialmente que o conceito de *atingido* está em disputa e diz respeito:

[...] ao reconhecimento, leia-se, legitimação de direitos e de seus detentores. Em outras palavras, estabelecer que determinado grupo social, família ou indivíduo é, ou foi atingido por certo empreendimento significa reconhecer como legítimo – e, em alguns casos como legal – seu direito a algum tipo de ressarcimento ou indenização, reabilitação ou reparação não pecuniária. Isso explica que a abrangência do conceito seja, ela mesma, objeto de uma disputa. (VAINER, 2008, p. 40)

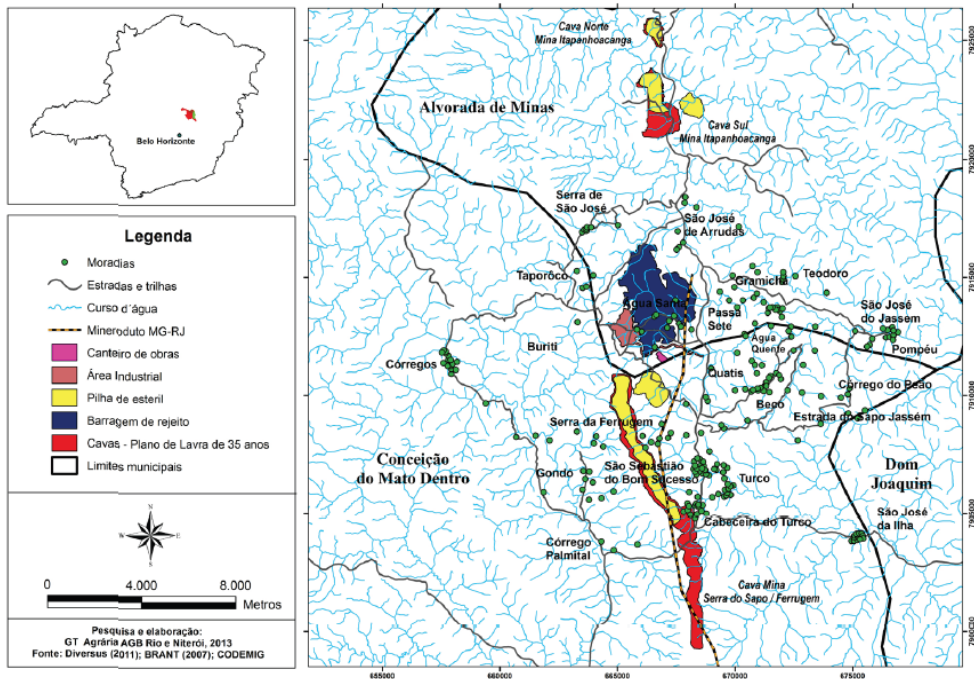
Ainda em contribuição a esse debate, Milanez *et al* (2012, p. 41), destacam algumas categorias de atingidos por empreendimentos de mineração, a saber, **atingidos territorialmente, economicamente, atingidos por subprojetos, atingidos socialmente, atingidos ambientalmente.**

Assim é que os *atingidos(as)*, em um contexto de megaempreendimento de mineração, não se limitam àquelas comunidades ou famílias localizadas no espaço físico onde será instalado o empreendimento, havendo diversas categorias.

Nos estudos iniciais do empreendimento Minas Rio, contudo, o EIA/RIMA reconheceu apenas duas comunidades como atingidas, isto é, como incluídas na Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento. Foi preciso um processo intenso de mobilização dos/as atingidos/as, movimentos sociais e setores da universidade para reivindicar estudos complementares ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Tais estudos, feitos pela empresa Diversus, identificaram 1.480 pessoas vivendo em 22 localidades, que vão desde distritos, passando por comunidades bem delimitadas, até regiões formadas por uma sequência de propriedades ao longo de uma estrada de referência, entre São José do Jassém e o distrito de São Sebastião do Bom Sucesso (Sapo) (DIVERSUS, 2011, p. 37).¹

A partir da figura a seguir, é possível observar a proximidade das comunidades com a área do empreendimento:

1. Dentre as comunidades, citam-se: São Sebastião do Bom Sucesso (SAPO), Beco, Turco, Cabeceira do Turco, Gondó, Distrito de Córregos, Água Quente, Água Santa (ou Mumbuca, cuja parte dos moradores foi reassentada para o Vale do Lambari), Ferrugem, São José do Jassém, São José do Arruda, Itaponhoacanga, Burritis, Taporoco, Serra São José, Quatis, Passa Sete.



Fonte: Retirado do Dossiê de Impactos do Projeto Minas-Rio, 2013.²

Destaca-se que os impactos sofridos negativos pelas comunidades iniciaram-se antes mesmo da instalação do empreendimento, nas fases da licença prévia e quando havia apenas especulações a respeito, muitas famílias da zona rural, que sobreviviam da agricultura, deixaram de plantar pela incerteza de saber se poderiam ou não colher seu plantio. Esse processo ocasionou, uma mudança radical na renda familiar. Além disso, em razão do acirramento dos conflitos fundiários e as práticas arbitrárias da empresa em violar os direitos das famílias de acessar sua terra, muitas famílias ficaram prejudicadas.

Nesse sentido, inclusive, menciona Wanderley (2012, p. 94) que os impactos gerados por grandes empreendimentos são pretéritos até mesmo ao período de instalação. Ele menciona que a simples idealização destes, no papel, implica em transformações no espaço preexistente e na sociedade. Criam-se expectativas, sonhos, esperanças; geram-se medos, riscos, inquietações, dúvidas, especulações e planejamentos pelos elaboradores, pelos habitantes tradicionais da região e por migrantes do passado e do presente.

O início das obras do mineroduto e depois da mina seguiram causando impactos negativos para as comunidades. Pereira *et al* (2013, p.135), citando fragmentos de depoimentos de uma ata de audiência pública da Rede de Acompanhamento Socioambiental (REASA) em abril de 2012, comentam que os principais impactos identificados entre as comunidades diretamente afetadas foram: não reconhecimento de atingidos; não

2. Disponível em: <http://issuu.com/ibase/docs/liv_ibase_minerio_final4> Acesso em 20 de julho de 2015.

cumprimento dos contratos sobre a reestruturação fundiária; o comprometimento da saúde pelos impactos ambientais e sociais; a degradação da qualidade da água; a destruição dos cursos d'água; a precarização da infraestrutura rodoviária, a destruição do modo de vida local, na medida em que a agricultura familiar e demais atividades de subsistência tornavam-se impraticáveis pelas intercorrências territoriais.

Muitos impactos negativos foram também posteriormente mencionados no relatório da Diversus (2011, p. 159), empresa de consultoria contratada para realizar estudo complementar EIA/RIMA apresentado inicialmente pelo empreendedor³. Citam-se: interdição de estradas; diminuição das nascentes; aumento de pessoas estranhas; aumento do consumo de drogas; aumento do custo de vida; insegurança; explosões; aumento dos acidentes; diminuição da mão de obra local; sujeira da água; barulho; poeira; desmatamento.

Há que se mencionar, ainda, comunidades localizadas abaixo da barragem de rejeitos da empresa mineradora. Embora tal fato sempre tivesse sido denunciado pelas comunidades, sempre foi subestimado pelas instituições. Após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, da mineradora Samarco, no município de Mariana, e, completa devastação da comunidade de Bento Rodrigues e toda a bacia do Rio Doce, as comunidades seguem denunciando a situação e lutando em favor de uma solução, que parece, ao entender das comunidades, ser só uma: o reassentamento.

Em suma, os impactos do empreendimento Minas Rio são imensuráveis e se prolongam ao longo do tempo. Nas comunidades rurais, como mencionado, as comunidades já convivem há pelo menos 10 anos com a falta de água, secamento de nascentes, poeira, barulho, tremores decorrentes da operação do mineroduto, que causam rachaduras em suas casas, medo e risco de rompimento da barragem de rejeitos.

Processos de depressão vem sendo desencadeados devido à desterritorialização e ao rompimento dos laços familiares, fruto da forçosa e violenta forma como a empresa se instalou no território. A cada expansão do projeto, os impactos aumentam, se tornando cada vez mais infinitos e de difícil reparação. Eles são imensuráveis ainda, uma vez que há real risco de um rompimento da barragem que é pelo menos 4 vezes maior do que a que se rompeu em Mariana. Sobre a barragem de rejeitos, cita-se um Inquérito Civil do MPMG, Comarca de Conceição do Mato Dentro n. 0175.15.000261-6 em que foi apresentado o Plano de Ações Emergenciais e *Dam Break* identificando pelo menos 400 pessoas vivendo na zona de autossalvamento (Comunidades de São José do Jassém, Passa Sete e Água Quente), ou seja, à jusante da barragem de rejeitos, dentre elas pessoas idosas (com mais de 80 anos), crianças e deficientes.

Destaca-se a composição étnico-racial das comunidades que residem nesta zona, especialmente. Tratam-se de comunidades rurais, compostas majoritariamente por pessoas negras. Segundo dados apresentados no estudo *Transformações socioambientais e*

3. A determinação de complementação do estudo foi feita pelo órgão ambiental, a partir de luta dos (as) atingidos (as).

violações de direitos humanos no contexto do empreendimento Minas Rio em Conceição do Mato Dentro, Alvorada de Minas e Dom Joaquim, Minas Gerais (2018, p. 127), a composição étnica racial da população atingida pelo complexo minerário Minas Rio é composta 82% por pessoas não brancas.

Setor Censitário	Município	Distrito	Tipo de Ocupação	População	Branco Nº absoluto - %	Preto Nº absoluto - %	Amarelo Nº absoluto - %	Pardo Nº absoluto - %	Indígena Nº absoluto - %	Não Branca %
311750435000001	Conceição do Mato Dentro	São Sebastião do Bom Sucesso	Vila	97	14 - 14,4%	10 - 10,3%	0 - 0,0%	73 - 75,3%	0 - 0,0%	85,6%
311750435000002	Conceição do Mato Dentro	São Sebastião do Bom Sucesso	Zona Rural	614	64 - 10,4%	121 - 19,7%	3 - 0,5%	426 - 69,4%	0 - 0,0%	89,6%
311750415000001	Conceição do Mato Dentro	Córrego	Vila	294	67 - 22,8%	41 - 13,9%	0 - 0,0%	185 - 62,9%	1 - 0,3%	77,2%
311750415000002	Conceição do Mato Dentro	Córrego	Zona Rural	138	33 - 23,9%	4 - 2,9%	0 - 0,0%	101 - 73,2%	0 - 0,0%	76,1%
Total Popacional dos Setores Atingidos de Conceição do Mato Dentro				1.143	178 - 15,6%	176 - 15,4%	3 - 0,3%	785 - 68,7%	1 - 0,1%	84,5%
Município	Conceição do Mato Dentro	Total municipal	Urb e Rural	17.908	4169 - 23,3%	2363 - 13,2%	152 - 0,8%	11.184 - 62,5%	40 - 0,2%	76,6%
310240710000002	Alvorada de Minas	Itaponhoacanga	Zona Rural	442	26 - 5,9%	7 - 1,6%	0 - 0,0%	407 - 92,1%	2 - 0,5%	94,2%
310240710000003	Alvorada de Minas	Itaponhoacanga	Zona Rural	396	14 - 3,5%	45 - 11,4%	1 - 0,3%	336 - 84,8%	0 - 0,0%	96,5%
Total Popacional dos Setores Atingidos de Alvorada de Minas				838	40 - 4,8%	52 - 6,2%	1 - 0,1%	743 - 88,7%	2 - 0,2%	95,2%
Município	Alvorada de Minas	Total Municipal	Urb e Rural	3.546	308 - 8,7%	190 - 5,4%	43 - 1,2%	3.002 - 84,7%	3 - 0,1%	91,3%
Total Popacional dos Setores Atingidos Próximo a Empreendimento				1.981	218 - 11,0%	228 - 11,5%	4 - 0,2%	1.528 - 77,1%	3 - 0,2%	89,0%
312260305000007	Dom Joaquim		Zona Rural	100	15 - 15,0%	8 - 8,0%	0 - 0,0%	77 - 77,0%	0 - 0,0%	85,0
312260305000004	Dom Joaquim		Zona Rural	269	32 - 11,9%	24 - 8,9%	0 - 0,0%	213 - 79,2%	0 - 0,0%	88,1
312260305000001	Dom Joaquim		Urbana	539	145 - 26,9%	42 - 7,8%	4 - 0,7%	348 - 64,6%	0 - 0,0%	73,7
312260305000002	Dom Joaquim		Urbana	771	156 - 20,2%	85 - 11,0%	13 - 1,7%	517 - 67,1%	0 - 0,0%	79,8
312260305000003	Dom Joaquim		Urbana	378	69 - 18,3%	36 - 9,5%	6 - 1,6%	262 - 69,3%	5 - 1,3%	81,7
312260305000008	Dom Joaquim		Urbana	330	153 - 46,4%	2 - 0,6%	1 - 0,3%	174 - 52,7%	0 - 0,0%	53,6
312260305000009	Dom Joaquim		Urbana	602	111 - 18,4%	101 - 16,8%	0 - 0,0%	390 - 64,8%	0 - 0,0%	81,6
Total de Setores Atingidos em Dom Joaquim				2.989	681 - 22,8%	298 - 10,0%	24 - 0,8%	1.981 - 66,3%	5 - 0,2%	77,2
Município	Dom Joaquim	Total Municipal	Urb e Rural	4.535	942 - 20,8%	561 - 12,4%	33 - 0,7%	2.994 - 66,0%	5 - 0,1%	79,2
Total Popacional dos Setores Atingidos				4.970	899 - 18,1%	526 - 10,6%	28 - 0,6%	3.509 - 70,6%	8 - 0,2%	82,0

Tabla 02: População por Definição de Cor/Raça nos Setores Censitários no Entorno do Complexo Minerário Minas-Rio (2010)

Fonte: IBGE (2010)

Robert Bullard caracteriza o racismo ambiental:

[...] qualquer política, prática ou diretiva que afete ou prejudique, de formas diferentes, voluntária ou involuntariamente, pessoas, grupos ou comunidades por motivos de raça ou cor. Esta ideia se associa com políticas públicas e práticas industriais encaminhadas a favorecer as empresas impondo altos custos às pessoas de cor. [...] A questão de quem paga e quem se beneficia das políticas ambientais e industriais é fundamental na análise do racismo ambiental" (BULLARD, 2005)

Selene Herculano Tânia e Pacheco (2006), no mesmo sentido destacam que o racismo ambiental se configura a partir de uma carga desproporcional de riscos e efeitos socioambientais sobre os grupos étnicos em situação de maior vulnerabilidade.

Em meio a esse contexto de conflitos ambientais, os (as) atingidos (as) formam verdadeiros territórios de resistência. Milanez (2012, p.40) acredita que um movimento de

resistência de atingidos pela mineração não só defenderia os direitos daqueles atingidos direta ou indiretamente pelas atividades mineradoras como também seria responsável por “propor formas mais justas e democráticas do (não) uso dos recursos naturais, a partir das opções locais de desenvolvimento territorial”.

O processo de resistência no âmbito do projeto Minas Rio, contudo, assim como todos vários processos de resistência pelo Brasil, vem sofrendo sérias criminalizações, verificadas a partir da prática de perseguições, cooptações, intimidação pela presença policial ostensiva em reuniões e audiências públicas.

Segundo o guia de proteção para Defensoras e Defensores de Direitos Humanos elaborado da Organização não governamental, Justiça Global (2016):

As práticas criminalizadoras também partem de empresas transnacionais, visando despolitizar as lutas sociais que denunciam as diversas violações dos direitos econômicos, sociais, culturais e ambientais (DHESCAS), que são efeitos do desenvolvimento econômico a qualquer custo. (JUSTIÇA GLOBAL, 2016, p. 07).

A criminalização, teria, assim, o objetivo de “esvaziar o conteúdo político presente nas práticas historicamente constituídas para resistir, em face da exploração e da negação de direitos” (JUSTIÇA GLOBAL, 2016, p. 07).

A seguir mencionaremos duas ações judiciais utilizadas como instrumento para criminalizar a luta dos/as atingidos/as sendo que em uma delas, moradores das comunidades configuram como réus e em outra como autores.

3 | CRIMINALIZAÇÃO DAS LUTAS

Uma manifestação ocorrida em 28, 29 e 30 de julho de 2015, na via pública desencadeou o primeiro processo de criminalização contra as comunidades. No protesto, as comunidades reivindicavam o reconhecimento como atingidas pela mineração e denunciavam violação de direitos como a perda de córregos e nascentes, rachaduras nas casas causadas pelo mineroduto, poluição do ar, intensos ruídos, aumento de alcoolismo, de violência e até casos de estupro. (BRASIL DE FATO, 2015)

Neste caso, mesmo se tratando de uma ação coletiva de resistência e decidida pelas comunidades, sem uma liderança clara ou uma organização à frente, a empresa Anglo American resolveu ingressar com uma ação de interdito proibitório contra apenas três moradores, requerendo uma liminar que foi, posteriormente indeferida pelo juiz sob o fundamento de que não haveria ameaça à posse, destacando que não existia risco à propriedade da Autora, haja vista que os protestos aconteceram na Rodovia MG-010, ou seja, fora do ambiente empresarial.⁴

4. TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Ação de interdito proibitório. Processo n.: **0015857-87.2015.8.13.0175** Disponível em: <http://www4.tjmg.jus.br/juridico/sf/proc_movimentacoes.jsp?comrCodigo=175&numero=1&listaProcessos=15001585>

Viera e Xavier (2017, p.83) destacam que mesmo sem êxito no pedido liminar, a empresa prosseguiu com o processo, o que demonstra que dar seguimento à ação visa a desmontar a trajetória de luta da comunidade, constringendo as lideranças sociais e desmobilizando-as para que se abstenham de seguir lutando por direitos.

Tal ação judicial repercutiu fortemente em outras pessoas da comunidade que acabaram intimidadas, e amedrontadas, inclusive porque à época do ajuizamento desta ação sequer existia Defensoria Pública na cidade de modo que a demanda foi assumida, voluntariamente pelas advogadas populares que atuavam na região.

No ano seguinte, 2016, após nova manifestação feita pelas famílias, inclusive diferentes daquelas que haviam participado no ano anterior, a empresa optou por pedir nova liminar na mesma ação de interdito proibitório do ano de 2015. Novamente o juiz indeferiu a liminar e acabou marcando uma audiência de conciliação, onde tentou-se forçar os três réus a assumir, em nome da coletividade, o compromisso de não mais se manifestar na via pública.

Não tendo sido aceito referido acordo foi proferida sentença extinguindo o processo sem julgamento do mérito por falta de interesse de agir. Em outras palavras, reconheceu-se que não havia, por parte da empresa, interesse de ação ao acionar o poder judiciário, para algo que poderia e deveria ter sido resolvido extrajudicialmente.

Por mais derrotada que tenha saído a empresa neste processo, a ação teve os efeitos que visava. Muitas pessoas ficaram desmobilizadas, amedrontadas e intimidadas a seguir reivindicando seus direitos, especialmente em protestos na via pública.

Outra experiência aqui narrada se refere a uma ação popular ajuizada espontaneamente por 5 moradores das comunidades no entorno do complexo minerário. A ação foi ajuizada com intuito de suspender uma audiência pública do processo de licenciamento ambiental da Etapa 3 do empreendimento que visava sua expansão. A fundamentação é que não teria ocorrido o devido processo de transparência e acesso a informação sobre os termos dos estudos ambientais. A liminar foi concedida e a audiência foi suspensa em 18/04/2017, data em que estava marcada a referida audiência.⁵

Ocorre que logo após a decisão liminar, foi divulgada pela empresa uma nota informando sobre a suspensão da audiência e, divulgando o nome dos autores populares, o que nas entrelinhas queria dizer que eles seriam os responsáveis pela não expansão do empreendimento e conseqüente “geração de empregos” na região. Logo em seguida, os autores populares passaram a sofrer violência física, perseguições e até ameaças de morte pelo *WhatsApp* seja por moradores da cidade ou por comunitários que se colocam favoráveis às práticas da empresa.

Tamanhas foram as ameaças que os cinco moradores foram inseridos no Programa de Proteção a Defensores e Defensoras de Direitos Humanos – PPDDH do Estado de

5. TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Ação popular. Processo n. : 0005555-92.2017.8.13.0671 Disponível em: <[Conservação e Meio Ambiente](http://www4.tjmg.jus.br/juridico/sf/proc_resultado.jsp?listaProcessos=17000555&comrCodigo=671&numero=1></p></div><div data-bbox=)

Minas Gerais e o Comitê Brasileiro de Defensores e Defensoras de Direitos Humanos chegou a fazer uma visita *in loco* para acompanhar a situação.

Apesar dos esforços das instituições em punir os responsáveis pelas ameaças, ao final, a grande responsável por instigar as desavenças entre os moradores da cidade e da comunidade ou entre os/as próprios/as atingidos/as acabou não sendo responsabilizada.

Ao contrário, em meio a esse cenário de violência, ameaças, perseguições e perpetuação das violações de direitos, foi aprovada a licença para o *Step 3* do empreendimento que visa a expansão da mina, bem como o alteamento da barragem de rejeitos. Tudo isso, sem promover o reassentamento de comunidades que seguem vivendo à jusante da barragem.

Vimos que a estratégia de reivindicar direitos pela via do protesto acabou sendo criminalizada via uma ação judicial. Em outra ocasião, utilizando-se de nova estratégia, mais institucionalizada para reivindicar seus direitos, os/as atingidos/as foram da mesma forma criminalizados/as.

Tais situações nos colocam a refletir qual será o destino das comunidades afetadas por grandes empreendimentos num contexto em que a democracia está fragilizada e as instituições cada vez mais enfraquecidas, embora não nos pareça haver outra resposta que não seja seguir pela via da resistência.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos negativos do empreendimento Minas Rio sob os territórios atingidos são imensuráveis e se prolongam ao longo do tempo. Nos parece que desde o início do empreendimento o não reconhecimento das comunidades como atingidas é uma estratégia deliberada e se configura como uma prática de racismo ambiental por parte da empresa. Isso porque, como demonstrado, a maior parte da população atingida pelo complexo minerário Minas Rio é negra.

Tratam-se de comunidades negras rurais que, aos olhos dos empreendedores parecem ser consideradas descartáveis e que não seriam dignas de qualquer reparação pelos impactos e direitos que lhes foram violados.

Soma-se a esta constatação, o fato de que, mesmo sem reassentar as comunidades a empresa segue expandindo o empreendimento e alteando a barragem de rejeitos que possuem pelo menos 400 pessoas em sua zona de autosalvamento.

Nos parece da mesma forma que mesmo em períodos de baixa institucionalidade e democracia fragilizada as comunidades atingidas seguirão promovendo processos de resistência, que para algumas significa o reassentamento.

Os processos de resistência travados há muito pelos/as atingidos/as, enfrentarão ainda mais dificuldades das mais diversas possíveis, haja vista que, tal como se demonstrou anteriormente seja na condição de réus, seja na condição de autores de ações

judiciais, os/as atingidos/as seguirão sendo criminalizados/as, em contraponto à própria essencialidade da luta social em prol da garantia de direitos, que se deve esperar em um Estado Democrático de Direito.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. As práticas espaciais e o campo dos conflitos ambientais. In: ACSELRAD, Henri. (org). *Conflitos ambientais no Brasil*. Rio de Janeiro: RelumeDumará: Fundação Heinrich Boll, 2004.

ANGLO AMERICAN. *A nova rota do minério de ferro*. 2015. Disponível em: <<http://minasrio.angloamerican.com.br/>>

ANGLO AMERICAN. *Anglo American realiza primeiro embarque de minério de ferro do Projeto Minas-Rio*. 27 de outubro de 2014c. Disponível em: <<http://minasrio.angloamerican.com.br/noticias/anglo-american-realiza-primeiro-embarque-de-minerio-de-ferro-projeto-minas-rio/>>.

BECKER, Luzia C. Costa. *Tradição e Modernidade: O Desafio da Sustentabilidade do Desenvolvimento na Estrada Real*. Tese (doutorado). Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. 405p.

BRASIL DE FATO. *Comunidades se mobilizam contra mineradora Anglo American*. 2015. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/node/32528/>>. Acesso em 03 de janeiro de 2017.

BULLARD, Robert. Ética e racismo ambiental. Revista Eco 21, ano XV, Nº 98, janeiro/2005.

DIVERSUS. Diagnóstico Socioeconômico da Área Diretamente Afetada e da Área de Influência Direta do empreendimento Anglo Ferrrous Minas-Rio Mineração S.A. (Ex-MMX MinasRio Mineração S.A.) - Lavra a Céu Aberto com Tratamento a Úmido Minério de Ferro - Conceição do Mato Dentro, Alvorada de Minas e Dom Joaquim/MG - DNPM nº: 830.359/2004 - PA/nº. 00472/2007/004/2009 - Classe 06. Agosto de 2011. Disponível em: < http://200.198.22.171/down.asp?x_caminho=reunioes/sistema/arquivos/material/&x_nome=DIAGNOSTICO_ADA_AID_DIVERSUS_1-50.pdf > .

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA). MMX - MINAS RIO MINERAÇÃO E LOGÍSTICA LTDA. CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO, ALVORADA DE MINAS E DOM JOAQUIM / MG. Estudo de impacto ambiental (EIA). Lavra a céu aberto para produção de 56 milhões de toneladas por ano, tratamento de minério de ferro e infraestrutura de produção, set., 2007.

HERCULANO, Selene e PACHECO, Tânia. I Seminário Brasileiro contra o Racismo Ambiental Selene Herculano e Tânia Pacheco (orgs). Rio de Janeiro, FASE, 2006.

IBRAM, 2014, <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3IBQK6OQ60MJ:www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004355.pdf+&cd=11&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=firefox-b-ab>

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM), 2014. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004355.pdf> > .

JUSTIÇA GLOBAL. *Guia de Proteção para Defensoras e Defensores de Direitos Humanos*. 2016. Disponível em: <<http://www.global.org.br/wp-content/uploads/2016/09/guia-DDHs-final.pdf>>.

MILANEZ, Bruno. O novo marco legal da mineração: contexto, mitos e riscos. In: MALERBA, Juliana (org.); MILANEZ, Bruno; WANDERLEY, Luiz Jardim. *Novo Marco Legal da mineração no Brasil: Para quê? Para quem?* 1 ed., Rio de Janeiro: Fase, 2012, Disponível em: <<http://www.ufjf.br/poemas/files/2014/07/Milanez-2012-O-novo-marco-legal-da-minera%C3%A7%C3%A3o.pdf>> .

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Promotoria de Conceição do Mato Dentro. Inquérito Civil n. 0175.15.000261-6. Verificar, fiscalizar e monitorar medidas de segurança na barragem de rejeitos no Sistema Minas Rio.

MMX MINERAÇÃO E METÁLICOS S.A. Fatos *Relevantes*. 17 de jan. de 2008. Disponível em: <<http://www.mmx.com.br/Mobile/ShowMobile.aspx?idConteudo=8AhJhG/8W6SUaWWx/vgpWw==&idCanal=2lvkXxZ6psBr0+k0Molrw==>>

O PROJETO MINAS RIO e seus impactos socioambientais: olhares desde a perspectiva dos atingidos. Ibase (Relatório Preliminar). 2013. Disponível em: <http://issuu.com/ibase/docs/liv_ibase_minerio_final4>

PEREIRA, Denise; BECKER, Luzia; WILDHAGEN, Raquel Oliveira. Comunidades atingidas por mineração e violação dos direitos humanos: cenários em Conceição do Mato Dentro. *Revista Ética e Filosofia Política*. n. 16, 2013, v. 1, p. 124-150.

SANTOS, Ana Flávia e MILANEZ, Bruno (orgs.). Transformações socioambientais e violações de direitos no contexto do empreendimento Minas Rio em Conceição do Mato Dentro, Alvorada de Minas e Dom Joaquim, Minas Gerais, 2018. (no prelo)

SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (SISEMA). Parecer único SISEMA nº 001/2008. P.A COPAM Nº 472/2007/001/2007. Anglo Ferrous Minas-Rio Mineração S.A. Disponível em: [file:///C:/Users/loja1304/Downloads/4.1_-_00472_2007_001_2007_Anglo_Ferrous_Minis-Rio_Minera%C3%A7%C3%A3o_S.A._-_PU%20\(10\).pdf](file:///C:/Users/loja1304/Downloads/4.1_-_00472_2007_001_2007_Anglo_Ferrous_Minis-Rio_Minera%C3%A7%C3%A3o_S.A._-_PU%20(10).pdf).

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Ação de interdito proibitório. Processo n.: **0015857-87.2015.8.13.0175**. Disponível em: <http://www4.tjmg.jus.br/juridico/sf/proc_movimentacoes.jsp?comrCodigo=175&numero=1&listaProcessos=15001585>

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Ação popular. Processo n. : 0005555-92.2017.8.13.0671 Disponível em: <http://www4.tjmg.jus.br/juridico/sf/proc_resultado.jsp?listaProcessos=17000555&comrCodigo=671&numero=1>

VAINER, Carlos Bernardo. Conceito de “atingido”: Uma revisão do debate. p. 39-63. In: ROTHMAN, Franklin Daniel. *Vidas Alagadas – Conflitos Socioambientais, Licenciamento e Barragens*. Viçosa: Ed. UFV, 2008.

XAVIER, Juliana Benício e VIEIRA, Larissa P. O. Interdito proibitório: instrumento de perseguição e isolamento da lutas populares. *Caderno Eletrônico de Ciências Sociais, Vitória*, v. 5, n. 1, pp. 71-93, 2017.

WANDERLEY, Luiz Jardim Moraes. *Recursos minerais na Amazônia brasileira: impactos e perspectivas*, p. 91-150. in *Novo Marco Legal da mineração no Brasil: Para quê? Para quem?* 1 ed., Rio de Janeiro: Fase, 2012, Disponível em: <<http://www.ufjf.br/poemas/files/2014/07/Milanez-2012-O-novo-marco-legal-da-minera%C3%A7%C3%A3o.pdf>> .

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE RESÍDUOS GERADOS EM OFICINAS MECÂNICAS DE VEÍCULOS EM UM MUNICÍPIO DA ZONA DA MATA MINEIRA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 28/10/2020

Ingrid Machado Silveira

Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG)
Ponte Nova – MG
<http://lattes.cnpq.br/0533870597832352>

Ana Paula Wendling Gomes

Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG)
Ponte Nova – MG
<http://lattes.cnpq.br/1792392569506569>

RESUMO: O processo de degradação ambiental está associado à adoção de práticas inadequadas ocorridas durante as atividades produtivas, sendo potencializado pelo desenvolvimento de alguns setores da economia e pelas características intrínsecas de seus processos, como por exemplo, o setor automotivo, foco desta pesquisa. O desenvolvimento de estudos para verificar a conscientização das empresas em relação à gestão ambiental empresarial é de suma importância para minimizar os impactos ambientais. Nesse sentido, essa pesquisa tem como objetivo realizar um diagnóstico em oficinas mecânicas de veículos automotivos localizadas em um município da Zona da Mata Mineira, com intuito de verificar o nível de comprometimento destas com as questões ambientais. Para a execução do trabalho foi realizado um estudo de múltiplos casos, utilizando o método de pesquisa documental e de campo. Primeiramente, foram desenvolvidas pesquisas bibliográficas afim de

propiciar embasamento teórico e autenticidade ao estudo. Quanto à pesquisa de campo, a coleta de dados foi realizada por meio de visitas técnicas e entrevistas semiestruturadas com os gerentes ou supervisores responsáveis pela gestão dos resíduos das empresas participantes, levando em consideração as seguintes variáveis: definição documentada e implantada de um Sistema de Gestão Ambiental; aproveitamento e tratamento de água; consumo de energia; destinação do óleo, pneus e baterias trocadas; descarte de peças e resíduos derivados dos veículos; funilaria, coleta seletiva, treinamento e reciclagem. Após a realização desta pesquisa, espera-se que as empresas envolvidas adquiram uma maior sensibilização no que se refere à necessidade de práticas adequadas de Gestão Ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de Gestão Ambiental, Resíduos Industriais, Oficinas Mecânicas, Veículos.

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF WASTE GENERATED IN VEHICLE MECHANIC WORKSHOPS IN A MUNICIPALITY IN ZONA DA MATA MINEIRA

ABSTRACT: The process of environmental degradation is associated with the adoption of inappropriate practices that occurred during productive activities, being enhanced by the development of some sectors of the economy and by the intrinsic characteristics of its processes, such as the automotive sector, the focus of this research. The development of studies to verify the awareness of companies in

relation to corporate environmental management is of paramount importance to minimize environmental impacts. In this sense, this research aims to carry out a diagnosis in auto mechanic workshops located in a municipality in the Zona da Mata Mineira, in order to verify their level of commitment to environmental issues. For the execution of the work, a study of multiple cases was carried out, using the method of documentary and field research. First, bibliographic research was developed in order to provide a theoretical basis and authenticity to the study. As for field research, data collection was carried out through technical visits and semi-structured interviews with the managers or supervisors responsible for the waste management of the participating companies, taking into account the following variables: documented and implemented definition of a Management System Environmental; use and treatment of water; energy consumption; destination of the oil, tires and batteries replaced; disposal of parts and waste derived from vehicles; body shop, selective collection, training and recycling. After conducting this research, it is expected that the companies involved acquire greater awareness of the need for appropriate Environmental Management practices.

KEYWORDS: Environmental Management Systems, Industrial Waste, Mechanical Workshops, Vehicles.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre os maiores desafios da gestão ambiental têm-se a problemática da geração e disposição final dos resíduos gerados na produção e no consumo. Na busca de solucionar ou minimizar os impactos ambientais provenientes da geração e distribuição dos resíduos industriais, a Lei nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), obrigando as empresas a terem responsabilidade pelo ciclo de vida de seus produtos e realizando ações que viabilizem a coleta e restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, o que minimiza o impacto ambiental causado pela disposição dos mesmos.

O uso e a destinação racional dos resíduos, sejam eles urbanos ou industriais, proporciona benefícios tanto ambientais, por evitar a simples deposição e contaminação do ambiente, como econômicos, pela possibilidade de se auferir renda a partir da reutilização dos mesmos. Além destes, pode-se destacar ainda o benefício social, pois reflete na qualidade de vida da população e também na geração de empregos, por meio da alocação de trabalho nos canais de distribuição (GAMEIRO, 2011).

Os resíduos sólidos têm aumentado significativamente devido ao crescimento da produção de bens e ao gerenciamento inadequado para a disposição final adequada. O setor automotivo, objeto de estudo deste trabalho, sofreu uma grande expansão nos últimos anos no Brasil. Dados divulgados pela ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores mostram que, em 2019, a indústria automotiva brasileira iniciou aquecida. No primeiro bimestre deste ano, 455,3 mil veículos foram produzidos no Brasil, o que representa elevação de 5,3% frente aos 432,2 mil fabricados no mesmo período do ano anterior.

De acordo com dados da DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito (2019), o Brasil já possui um carro a cada quatro habitantes no país. O aumento da frota brasileira ocasiona um crescimento muito relevante na demanda de reposição de autopeças e manutenção veicular, que são os serviços realizados pelas oficinas mecânicas. Os gastos com manutenção de veículos no país chegam a R\$ 128 bilhões por ano, segundo estudo do SEBRAE em conjunto com o SINDIREPA (Sindicato da Indústria de Reparação de Veículos e Acessórios).

Nesse contexto, a preocupação com o tratamento de resíduos e os impactos ambientais causados pelos processos do setor automotivo torna-se objeto de estudo de extrema relevância no atual contexto ambiental. A prática de modelos de gestão ambiental nas organizações envolvidas, respeitando as formas corretas de disposição e descarte dos resíduos gerados tanto pela reposição quanto pela reparação e descarte de peças automotivas em condições inadequadas de uso torna-se indispensável.

Assim, esse estudo tem por objetivo realizar um diagnóstico em oficinas mecânicas de veículos automotivos localizadas em um município da Zona da Mata Mineira, com intuito de verificar o nível de comprometimento destas com as questões ambientais no desempenho de suas atividades. Especificamente, busca-se identificar os principais aspectos e impactos ambientais, avaliar e descrever os procedimentos de gestão ambientais aplicados e verificar o nível de adequação das organizações à norma ISO 14001.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos e impactos ambientais

De acordo com a ISO 14.001/2015, tem-se que aspecto ambiental é todo aquele componente de atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente; ou seja, qualquer elemento que esteja inserido dentro de atividades e que tenha um determinado caráter para modificar o meio ambiente.

Por outro lado, a norma também define impactos ambientais como qualquer alteração do meio ambiente, prejudicial ou vantajoso, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização. Tendo em vista esses conceitos, pode-se afirmar que para a existência dos impactos ambientais, é necessário haver as mudanças provocadas pelos aspectos ambientais.

As empresas possuem a responsabilidade sobre os impactos ambientais. A norma ISO 14.001 sugere que a instituição deve estabelecer e manter procedimentos para identificar o potencial e atender a acidentes e situações de emergência, bem como para prevenir e diminuir os impactos ambientais que possam estar associados a eles (GIACHINE, 2015).

2.2 Gestão ambiental nas oficinas mecânicas

De acordo com a FENABRAVE - Federação Nacional dos Concessionários e Distribuidores de Veículos (2012), espera-se altos investimentos e direcionamento de esforços do setor automotivo em gestão ambiental. A necessidade do desenvolvimento de boas práticas ambientais em oficinas mecânicas é indiscutível, mas nota-se também uma dificuldade de implantação e operacionalização dos conceitos de gestão ambiental em seus processos e também entre os colaboradores e fornecedores.

“As oficinas mecânicas podem ser alvos de um programa eficiente de gestão ambiental. Este processo replica-se com foco na obtenção da melhoria da qualidade do trabalho e redução de custos. A melhoria na qualidade dos serviços prestados não se restringe apenas em uma certificação, mas antes de tudo, na oferta de um serviço que garanta um eficiente controle ambiental, com a redução e controle dos resíduos sólidos, redução da geração de efluentes, regularização do estabelecimento junto aos órgãos competentes dentre outros. Garantindo às partes interessadas menos impactos ambientais vinculados aos serviços prestados pela oficina, por meio de um processo adequado de planejamento, monitoramento e ações para manter a melhoria contínua do desempenho ambiental.” (BELFI et al., 2014)

As concessionárias de veículos, bem como as oficinas mecânicas de veículos automotivos, representam uma fonte de poluição ambiental potencial caracterizada pelo inventário de resíduos de suas atividades, os quais conduzem a três impactos principais: contaminação das águas, solo e do ar. No Quadro 1 são apresentados alguns aspectos e impactos ambientais comuns das mesmas.

Área	Aspecto	Impacto
Funilaria	Geração de efluentes (água, tintas, solventes, óleos e derivados).	Contaminação do Solo. Contaminação das águas.
	Risco de vazamento de óleos e derivados.	Contaminação do Solo. Contaminação das águas. Degradação da flora e fauna
Lavagem de Veículos	Geração de resíduos contaminados com óleos (panos e estopas).	Contaminação do Solo. Contaminação das águas. Degradação da flora e fauna.
	Geração de efluentes (óleo e derivados de produtos de lavagem).	Contaminação do Solo. Contaminação das águas.
	Risco de vazamento de combustíveis e derivados.	Degradação da flora e fauna. Esgotamento de Recursos Naturais.

Mecânica	Risco de vazamento de óleos e derivados (produtos inflamáveis).	Contaminação do Solo. Contaminação das águas. Degradação da flora e fauna. Risco de incêndio.
	Risco de acidentes pela manobra de veículos.	Contaminação do Solo. Contaminação das águas.
	Risco de explosão do Calibrador.	Risco de saúde para o trabalhador. Poluição do Ar. Risco de Incêndio.
	Vazamento do gás refrigerante.	Risco de saúde para o trabalhador. Esgotamento dos recursos naturais.
	Geração de tambores contaminados	Contaminação do solo. Contaminação das águas. Degradação da fauna e flora
	Geração de Efluentes (óleo e derivados)	Contaminação do solo. Contaminação das águas.
Peças e Acessórios	Risco de vazamento de produtos inflamáveis e perigosos.	Contaminação do solo. Contaminação das águas.
	Geração de resíduos de embalagens contaminadas com produtos químicos em virtude de vazamento (papel, vidro, plástico, madeira).	Contaminação do solo. Contaminação das águas. Poluição do ar.
	Risco de incêndio com produtos inflamáveis.	Comprometimento da saúde.

Quadro 1 – Aspectos e impactos ambientais comuns em oficinas mecânicas de veículos

Fonte: Adaptado de Vilas (2006).

O estudo dos impactos ambientais e as políticas que se pode usar para reduzi-los torna-se objeto de estudo de extrema relevância no atual contexto ambiental. Por causar impactos significativos, o setor automotivo necessita utilizar instrumentos de gestão ambiental, garantindo ações de prevenção e controle na geração e disposição final dos resíduos produzidos. É preciso promover uma progressiva mudança de atitudes que levem à consolidação de uma cultura de sustentabilidade entre as organizações envolvidas.

Paulino (2009) destaca alguns processos descritos pelo Instituto de Qualidade Automotiva (IQA) para se evitar determinados aspectos ambientais das oficinas mecânicas. Esses procedimentos são apresentados no Quadro 2.

Itens	Procedimento
Óleo lubrificante	Uso de funil para retirada do óleo do veículo e armazenamento do mesmo em recipiente próprio a ser recolhido por empresas credenciadas pelo Ministério do Meio Ambiente, que farão o rerrefino do produto.
Pisos	Manter na oficina pisos cimentados não porosos (impermeabilizados), afim de impedir a absorção de óleo e facilitar a limpeza.
Panos sujos	Realizar o descarte ou enviar para lavagem em empresas especializadas
Estopas usadas	Não são mais utilizadas, pois podem comprometer a qualidade do serviço e a segurança do técnico.
Solventes	Também podem ser reutilizados e servem para outros serviços.
Peças usadas	Manter em um local específico e providenciar o recolhimento por uma empresa de sucata.
Máquina lavadora de peças	Utilizada para a lavagem de peças em geral, permite a reutilização do solvente por diversas vezes, reduzindo a quantidade de solvente utilizado.
Embalagens plásticas	As oficinas brasileiras geralmente descartam as embalagens plásticas no lixo comum, mesmo contendo resíduos de óleo lubrificante ou outros tipos de aditivos. O local para armazenamento das embalagens plásticas deve ter piso impermeável, não haver materiais combustíveis e com dique de contenção para o caso de vazamento. Em casos de vazamento, este óleo não deve ser direcionado para sistemas de drenagem pública, mas encaminhado para sistemas de tratamento e separação de água/óleo.
Efluentes líquidos	Deve-se ter nas oficinas um decantador que realiza separação da água e do óleo, com o intuito de evitar o derramamento de óleo na calçada e no esgoto.
Gás do ar condicionado	Empresas que realizam manutenção em ar condicionado veicular devem utilizar equipamento reciclador adequado que recolhe o gás e devolve uma parte dele para ser reaproveitado novamente, pois o mesmo não pode ser jogado na atmosfera, uma vez que parte dele é contaminado e agride o meio ambiente.

Quadro 2 – Procedimentos a serem executados para se evitar alguns aspectos ambientais

Fonte: Adaptado de Paulino (2009)

A maioria das recomendações destacadas anteriormente baseia-se no cumprimento da legislação ambiental. Dentre elas, tem-se a Resolução nº 430/2011 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, que estabelece que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos hídricos após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências descritas nesta Resolução e em outras normas vigentes.

A Resolução CONAMA nº 362/2005, alterada pela Resolução nº 450/2012, dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. De acordo com a legislação, todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e ter destinação final, de forma que não prejudique o meio ambiente. Deve-se também proceder com o uso da reciclagem do mesmo, através do processo de rerrefino. Paulino (2009) afirma também que a norma 10.004 da ABNT, que trata da classificação de resíduos sólidos, estabelece que as embalagens plásticas e baldes contendo resíduos sólidos de óleo lubrificante são resíduos sólidos perigosos por apresentarem toxicidade. Dessa forma, os mesmos também devem possuir destinação específica.

Quanto aos pneus inservíveis, a Resolução CONAMA nº 416/2009 estabelece a obrigatoriedade da presença de pontos de coleta nos municípios com população acima de 100 mil habitantes. Estabelece também que, para cada pneu novo comercializado, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar a destinação adequada a um pneu inservível. Define ainda que o comércio de pneus é obrigado a receber e armazenar temporariamente os pneus usados entregues pelo consumidor quando da substituição do mesmo, sem qualquer tipo de ônus para este.

Quanto às baterias automotivas, o artigo 19 da Resolução CONAMA nº 401/2008, que define que “os estabelecimentos de venda de pilhas e baterias referidas devem obrigatoriamente conter pontos de recolhimento adequado”.

2.3 Certificação de Gestão Ambiental

O aumento da conscientização ambiental por parte da sociedade tem levado às organizações à adoção de sistemas de gestão ambiental. Segundo Barbieri (2006), o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) consiste em um conjunto de procedimentos administrativos e operacionais voltados para a atuação sobre os problemas ambientais atuais e futuros.

A implantação de uma SGA traz diversos benefícios à organização. Alguns destes são destacados por Moreira (2001), tais como: garantia de melhorias no desempenho ambiental; minimização de desperdícios e, conseqüentemente, aumento da produtividade; prevenção de riscos a acidentes ambientais, à saúde dos colaboradores e da população afetada pelas atividades da organização; prevenção de multas e ações judiciais; aumento na competitividade nos mercados nacional e internacional pela demonstração de responsabilidade ambiental; bom relacionamento com os órgãos ambientais e com a comunidade; facilidade na obtenção de financiamentos com taxas atrativas; redução nos custos de seguro, entre outros.

A norma ISO 14.001 proporciona uma maior abrangência na importância das empresas para o avanço ambiental e demonstra que é possível estar concentrado no progresso do negócio e, ao mesmo tempo, conseguir praticar ações preventivas em relação aos aspectos e impactos ambientais.

A certificação ABNT NBR 14001 não é obrigatória e as empresas podem adotar os requisitos estabelecidos pela norma sem precisar passar pelo processo de certificação credenciado. Entretanto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2015), reforça que a adoção da certificação é uma forma de demonstrar aos clientes demais *stakeholders* que a empresa implementou adequadamente a norma, além de atender a exigências contratuais estabelecidas por negociações empresariais, ganhando assim vantagem competitiva e a confiança das partes interessadas.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O eixo central do estudo é o gerenciamento de resíduos gerados em oficinas mecânicas automotivas situadas em um município da Zona da Mata Mineira. O intuito é verificar o nível de comprometimento destas organizações com as questões ambientais e a aplicação de ferramentas, como Sistemas de Gestão Ambiental, no tratamento dos impactos ambientais causados por suas atividades industriais.

Para execução do trabalho adotou-se o método de pesquisa documental e de campo, com o auxílio dos colaboradores das empresas. Primeiramente, desenvolveu-se uma pesquisa bibliográfica a fim de propiciar embasamento teórico e autenticidade ao estudo.

A metodologia utilizada foi baseada no método de estudo de múltiplos casos, realizado a partir de uma pesquisa exploratória, de caráter descritivo com abordagem qualitativa. A pesquisa exploratória propicia maior familiaridade ao pesquisador com a temática que está sendo abordada neste estudo, visando explicitar o problema que está sob investigação (GIL, 1994). O estudo de caso permite uma análise profunda do objeto pesquisado, visando entender a totalidade e a complexidade da situação real.

Foram realizadas visitas e entrevistas semiestruturadas com os gerentes ou supervisores responsáveis pela gestão dos resíduos nas empresas participantes, visando uma maior profundidade do estudo e a realização de um trabalho de sensibilização ecológica nas organizações. Foram selecionadas seis empresas para participar da pesquisa, devido à maior facilidade de acesso às mesmas por parte dos pesquisadores. Após a coleta dos dados, realizou-se a análise e discussão dos resultados obtidos, que são apresentados a seguir.

4 | ESTUDO DE CASO

4.1 Empresas participantes

O estudo foi realizado em seis oficinas mecânicas, aqui denominadas de oficinas “A”, “B”, “C”, “D”, “E” e “F”. Todas as empresas pesquisadas são consideradas Empresas de Pequeno Porte - EPP (faturamento anual de até R\$4,8 milhões e até 100 funcionários). O Quadro 3 apresenta a descrição de cada uma delas.

Empresa	Atividade	Tempo de existência	Número de funcionários
A	Especializada em pneus, mas realiza diversos outros serviços de manutenção.	Mais de 20 anos	13
B	Especializada em pneus, mas que possui diversos outros serviços	Mais de 40 anos	9

C	Trabalha apenas com veículos movidos à diesel, prestando serviços relacionados a bomba injetora, bicos injetores, serviços eletrônicos, além de rastreamento geral dos veículos.	Mais de 30 anos	6
D	Comércio varejista de pneus, peças e acessórios e serviços mecânicos, alinhamento, balanceamento, injeção eletrônica e elétrica.	Mais de 20 anos	17
E	Presta diversos serviços automotivos, sendo a manutenção mecânica o principal deles.	Quase 40 anos	8
F	Concessionária de veículos	8 anos	25

Quadro 3 – Descrição das empresas participantes

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

4.2 Análise e discussão dos resultados

Segundo o Código Municipal de Meio Ambiente, as oficinas mecânicas, elétricas e de lanternagem com área útil maior que 200 m² deverão solicitar o licenciamento ambiental simplificado municipal. Quanto às oficinas participantes, 50% das oficinas visitadas possuem o licenciamento ambiental municipal. A oficina A possui o licenciamento desde dezembro de 2017. A empresa B conseguiu obter o licenciamento cerca de três meses após a sua abertura. A empresa F possui o licenciamento há três anos, desde que implantaram a sua nova sede. As demais estão em processo de aquisição. Todas as oficinas possuem caixa separadora de água e óleo, o que é exigido por uma Lei Municipal.

Nenhuma das oficinas possuem a certificação ambiental ISO 14001, embora todos os entrevistados tenham conhecimento ou já ouviram falar da norma. Muitos dos entrevistados também alegaram que os custos para obtenção da certificação são muito altos, principalmente para empresas de pequeno porte. Essa afirmação também é confirmada por Miles, Munilla e McClug (1999), que destacam que para a obtenção da ISO 14001 são demandados investimentos que ficam praticamente proibitivos para as micro e pequenas empresas, além da escassez de pessoal interno capacitado para desenvolver os processos exigidos pelos padrões da norma.

A conscientização ambiental dos funcionários é um grande desafio, segundo os entrevistados. Na oficina A, após diversos treinamentos e conscientização diária, o gerente afirmou que atualmente os funcionários estão mais habituados aos procedimentos ambientais e não tem grandes desgastes com o tema. A oficina B afirma que tem uma grande dificuldade com a conscientização ambiental, principalmente pela recém-contratação dos funcionários devido à recente abertura da instalação. Segundo o gerente, ainda não se criou uma cultura ambiental entre os funcionários e constantemente os mesmos têm de ser advertidos quanto aos cuidados necessários no cotidiano. Os entrevistados das oficinas C, D e E alegam que, às vezes, acabam não advertindo os colaboradores para evitar maiores desgastes na relação profissional e, com isso, acabam deixando as questões ambientais

sem a devida atenção. Segundo o gerente da empresa F, todos os funcionários são treinados antes de iniciar suas atividades, para que possam desenvolver essa preocupação ambiental. Além disso, sempre são realizadas palestras e capacitações para manter a vigilância e desenvolver a cultura ambiental dentro da empresa. O gerente afirma ainda que esta é uma prática exigida pelo grupo ao qual a concessionária pertence e também é uma cultura disseminada pela fabricante.

Outra grande dificuldade encontrada pelas organizações entrevistadas diz respeito à coleta seletiva. Apenas uma das empresas realiza a coleta seletiva, que é a empresa F. O metal é comercializado com empresas de ferro velho e o plástico, papel e papelão são doados aos catadores e associação de reciclagem do município. As demais empresas não realizam a coleta seletiva, mas justificam que fariam a separação dos materiais se a prefeitura disponibilizasse o recolhimento desse material. Vale destacar que a oficina C, embora não realize coleta seletiva total, possui ações de separação de alguns resíduos, como o metal e o plástico.

As oficinas foram questionadas ainda quanto à destinação dos principais resíduos gerados pela atividade realizada. Todas as empresas despejam os efluentes na rede de esgoto utilizando apenas o processo de separação de água e óleo, sem nenhum tratamento adicional, o que atende à Resolução CONAMA nº 430/2011. Quanto aos óleos, graxas e lubrificantes, todas as oficinas encaminham o mesmo para uma empresa certificada pela ANP (Agência Nacional de Petróleo), cumprindo o previsto na Resolução CONAMA nº 362/2005. As empresas certificadas direcionam o mesmo para o rerrefino.

Esta mesma destinação também é usada pelas oficinas A, B e F para o descarte das embalagens de óleos e graxas e também filtros de óleo e combustível. Na oficina C, as embalagens de óleo e graxas são lavadas e reutilizadas, fazendo-se uso das mesmas para armazenagem e organização do estoque de peças. As demais embalagens que sobram são lavadas e encaminhadas para a reciclagem de plástico. Quanto à empresa D, o gerente informou que a loja está passando pelo processo de aquisição de licenciamento ambiental. Dessa forma, todas as embalagens de óleo e filtros de óleo e combustível estão sendo armazenados para uma destinação futura por uma empresa que está em fase de contratação. Já a oficina E faz o descarte das embalagens de lubrificantes e filtros de óleo e combustível na coleta urbana regular, o que é totalmente prejudicial ao meio ambiente.

Quanto aos pneus inservíveis, pode-se observar que o mesmo possui diferentes destinações. As oficinas A e D fazem a destinação para uma empresa certificada, que faz o recolhimento dos pneus periodicamente. Segundo o gestor da oficina B, embora a mesma seja especializada em pneus, os clientes raramente deixam os pneus inservíveis na oficina, levando-os consigo. Como o volume de pneus na loja é mínimo, os que eventualmente são acumulados são recolhidos por outras pessoas para construção de muros de contenção e demais atividades. Portanto, não há recolhimento por nenhuma empresa certificadora e nem destinação confirmada. A oficina E afirma que, como a quantidade de pneus da

oficina é baixa, foi estabelecido um acordo com o fornecedor de pneus e o mesmo faz o recolhimento dos pneus inservíveis sem custos para a oficina. A oficina F faz a doação dos pneus para uma empresa de recapagem.

Vale destacar que a Secretaria de Meio Ambiente do município alugou um galpão, custeado pelas empresas, para armazenagem de pneus inservíveis, que são encaminhados posteriormente para incineração. Entretanto, nenhuma das oficinas entrevistadas utiliza o EcoPonto como destinação final. Um dos entrevistados destacou que a oficina não faz uso dessa destinação devido ao modo como o aluguel do galpão é dividido entre as empresas. Segundo ele, o valor total é dividido de maneira equitativa para o número de empresas e não de acordo com o volume de pneus descartados por cada organização. Isso inviabiliza que empresas que destinam pequenas quantidades, como é o caso das oficinas estudadas, possam fazer uso do EcoPonto.

Quanto aos resíduos ferrosos/não ferrosos, lonas e pastilhas de freio e peças e acessórios sucateados, todas as oficinas destinam o material à reciclagem. Vale destacar que essa ação poderia também ser realizada para outros resíduos, tais como o papel, plástico e papelão. Contudo, apenas as oficinas C e F fazem essa destinação. As demais encaminham o mesmo para a coleta urbana regular. Quanto aos papéis, estopas e panos contaminados com óleo, as oficinas A e F fazem a destinação correta dos mesmos, encaminhando-os para uma empresa certificada pela ANP. As demais empresas despejam o material no lixo comum, sendo encaminhado para a coleta urbana regular.

Quanto à destinação final dos Equipamentos de Proteção Individual – EPI's, apenas a empresa F faz a destinação correta dos mesmos. Todas as filiais da empresa destinam os EPI's usados para a matriz, que faz o devido descarte do material. As demais oficinas alegam que o volume do resíduo é mínimo e, portanto, são destinados à coleta urbana regular. Por fim, quanto às baterias automotivas, todas as oficinas que comercializam o produto afirmaram que estas são armazenadas em condições adequadas e exigidas por lei. Em toda venda de bateria nova, é recolhida uma bateria usada de qualquer marca, que é encaminhada ao fornecedor para fazer o descarte correto das mesmas.

Foi possível observar que as oficinas pesquisadas realizam ações pontuais de gestão ambiental focadas na satisfação da legislação ambiental. Isso reforça a importância da fiscalização, das normas e resoluções que assegurem as políticas de proteção e preservação ambiental.

Há ainda algumas empresas que tentam adotar práticas de gestão ambiental em seu cotidiano de maneira proativa. A empresa C destina alguns resíduos a catadores e faz reuso de embalagens. A empresa F instalou em sua sede atual um sistema de captação de águas pluviais, que é utilizada para a lavagem dos carros e do espaço físico da oficina e também pretende instalar energia solar nas suas dependências. Embora a preocupação com o meio ambiente seja praticamente universal, a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental - SGA existe apenas na oficina F, que possui práticas mais consolidadas na gestão de seus resíduos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do estudo, foi possível observar que as oficinas participantes da pesquisa, à exceção da oficina F, têm pouca consciência da importância de se aderir medidas ambientais dentro de suas operações cotidianas, priorizando-se apenas os custos e esquecendo-se dos benefícios que a implantação de um sistema de gestão ambiental pode trazer à organização.

Entretanto, apesar do pequeno porte das oficinas estudadas, as mesmas podem contribuir com ações que nem sempre oneram significativamente os custos, mas contribuem muito para a preservação do meio ambiente, tendo em vista o grande impacto que pode ser causado pelas atividades do setor em estudo. É necessário passar por um processo de conscientização ambiental de modo a incentivar uma mudança de atitudes que levem à consolidação de uma cultura de sustentabilidade. Essa mudança deve iniciar com o comprometimento dos gestores, para que isso possa se refletir nos demais funcionários.

A adoção de práticas de gestão ambiental empresarial, se bem empregadas nas empresas estudadas, poderá trazer resultados significativos, tal como redução de custos e, conseqüente, aumento nos lucros, uma vez que seu objetivo é evitar o desperdício através da redução, reuso e reciclagem de elementos do meio ambiente como água, matéria-prima, energia, entre outros.

Além disso, a adoção dessas práticas também contribui de forma estratégica para a empresa, tendo em vista que a sociedade contemporânea tem exigido cada vez mais uma visão ambientalista nos processos produtivos, valorizando empresas que adotem medidas preventivas aos impactos ambientais. Dessa forma, a empresa obtém uma melhoria da imagem corporativa, acarretando em um maior potencial competitivo e destaque no comércio local.

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) pelo apoio financeiro e também às oficinas participantes, pela disponibilidade das informações e prontidão durante as visitas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO 14.001 – Sistemas de gestão ambiental – requisitos e diretrizes para uso**. ABNT/CB 38. Rio de Janeiro: 2015.

_____. **Introdução à ABNT NBR ISO 14001:2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/publicacoes2/category/146-abnt-nbr-iso-14001?download=396:introducao-a-abnt-nbr-iso-10014-2015>>. Acesso em: 15/12/2019.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Anuário Estatístico**. 2004. Disponível em <www.anfavea.com.br>. Acesso em: 20/02/2019.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

BELFI, T. G., et al. **Projeto de regularização e adequação ambiental de oficinas mecânicas**. In: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Belo Horizonte/MG, 2014. Disponível em <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/V-009.pdf>>. Acesso em: 24/02/2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430/2011**. Data da legislação: 13/05/2011. Publicação DOU nº 92, de 16/05/2011, pág. 89. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 01/12/2019.

_____. **Resolução CONAMA Nº 416/2009**. Data da legislação: 30/09/2009. Publicação DOU Nº 188, de 01/10/2009, págs. 64-65. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>>. Acesso em: 01/12/2019.

_____. **Resolução CONAMA Nº 362/2005**. Data da legislação: 23/06/2005. Publicação DOU nº 121, de 27/06/2005, págs. 128-130 - Revoga a Resolução nº 09, de 1993. Alterada pela Resolução nº 450, de 2012. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>>. Acesso em: 01/12/2019.

_____. **Resolução CONAMA Nº 401/2008**. Data da legislação: 04/11/2008. Publicação DOU nº 215, de 05/11/2008, págs. 108-109 - Revoga a Resolução nº 257, de 1999. Alterada pela Resolução nº 424, de 2010. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>>. Acesso em: 01/12/2019.

DENATRAN. **Frota**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 10/03/2019.

FENABRAVE – Federação Nacional dos Concessionários e Distribuidores de Veículos. **Guia de adequação ambiental para distribuidores de veículos**. 2012. Disponível em <http://www.fenabreve.org.br/email/ mesa_redonda/guiafenabreve.pdf>. Acessado em 20/08/2019.

GAMEIRO, A. A. **Resíduos sólidos e os aspectos sociais**. In: BARTHOLOMEU, D. B., CAIXETA FILHO, J. V. (Orgs). Logística ambiental de resíduos sólidos. São Paulo: Atlas, 2011. p. 107-118.

GIACHINE, L. T. **Gestão ambiental em concessionárias de veículos automotivos em Concórdia-SC**. 2015. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1994.

MILES, M. P.; MUNILLA, L. S.; MCCLUG, T. **The impact of ISO 14000 environmental management standards on small and medium sized enterprises**. Journal of Quality Management, v. 4, n. 1, p. 111-122, 1999.

MOREIRA, M. S. **Estratégia e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental: Modelo ISO 14000**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001. 2869 p.

PAULINO, P. F. **Diagnóstico dos resíduos gerados nas oficinas mecânicas de veículos automotivos do município de São Carlos-SP.** (2009). Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, Campus de Rio Claro. Rio Claro: 2009.

VILAS, L. H. L. **Gestão Ambiental em Concessionárias de Veículos: uma proposta de operacionalização.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade). Centro Universitário de Caratinga. UNEC. 2006.

LOGÍSTICA INVERSA EN LA PRODUCCIÓN DE NEUMÁTICOS EN LA ZONA CENTRO-SUR DE MÉXICO Y PERCEPCIÓN DE SU IMPORTANCIA AMBIENTAL

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 04/11/2020

Aurora Linares Campos

Departamento Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias,
Departamento Universitario para el Desarrollo
Sustentable
Puebla, Pue. México

J. Santos Hernández Zepeda

Departamento Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias,
Departamento Universitario para el Desarrollo
Sustentable
Puebla, Pue. México

Teresa Flores Sotelo

Departamento Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias,
Departamento Universitario para el Desarrollo
Sustentable
Puebla, Pue. México

RESUMEN: Uno de los problemas presentes en México es la contaminación ambiental derivada de los neumáticos de desecho, como resultado de su fabricación masiva y de las dificultades para procesarlos una vez desechados. Esta investigación se sustenta en la identificación de las empresas manufactureras de neumáticos que implementan la logística inversa como una estrategia dentro de sus procesos de producción e inferir la existencia o no de relaciones con el incremento o disminución de contaminantes,

en el entendido de que considerarla permite la oportunidad de reducir la contaminación ambiental. El objetivo fue identificar y describir a las empresas manufactureras de neumáticos de la zona centro-sur de México y su relación con la logística inversa. Para ello se tomó como base la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE,2019), aplicándose una encuesta telefónica estructurada a los gerentes de producción o de función similar en cada empresa. Como resultados se detectaron 24 empresas clasificadas en este rubro, de las cuales 15 realmente son empresas manufactureras y 9 son oficinas administrativas o centros de almacenaje, de estas 15 solo 3 son manufactureras de neumáticos y 12 manejan y/o distribuyen productos del hule, pero no son fabricantes de neumáticos. En este sentido el DENUE tiene mal clasificadas a las empresas. Se detecta el conocimiento del término “Logística Inversa”, aunque no se tiene implementado y solo se practican algunas actividades intrínsecas como son: la reducción de emisiones contaminantes, la introducción del reencauchamiento, entre otras. También expresaron que consideran que es posible ayudar al medio ambiente y al mismo tiempo aumentar las ganancias de la empresa.

PALABRAS CLAVE: Neumáticos, logística inversa, México, empresas manufactureras.

LOGÍSTICA REVERSA NA PRODUÇÃO DE PNEUS NA ZONA CENTRAL-SUL DO MÉXICO E PERCEPÇÃO DE SUA IMPORTÂNCIA AMBIENTAL

RESUMO: Um dos problemas presentes no México é a contaminação ambiental decorrente de resíduos de pneus, em decorrência de sua maciça fabricação e das dificuldades de processamento quando descartados. Esta pesquisa baseia-se na identificação de empresas fabricantes de pneus que implementam a logística reversa como estratégia em seus processos produtivos e inferem a existência ou não de relações com o aumento ou diminuição de poluentes, no entendimento de que considerá-la permite a oportunidade de reduzir a poluição ambiental. O objetivo foi identificar e descrever as empresas fabricantes de pneus da zona centro-sul do México e sua relação com a logística reversa. Este estudo é descritivo, tendo como base as informações do Diretório Nacional de Estatística de Unidades Econômicas (DENUE, 2019), aplicando-se uma pesquisa telefônica estruturada aos gerentes de produção ou de função semelhante em cada empresa. Como resultados, foram detectadas 24 empresas classificadas nesta área, das quais 15 são efetivamente fabricantes e 9 são escritórios administrativos ou centros de armazenamento, destas 15 apenas 3 são fabricantes de pneus e 12 manipulam e / ou distribuem produtos de borracha, mas não são fabricantes de pneus. Nesse sentido, a DENUE classificou mal as empresas. Detecta-se o conhecimento do termo “Logística Reversa”, embora não seja implementado e apenas algumas atividades intrínsecas sejam praticadas, tais como: a redução de emissões poluentes, a introdução de recauchutagem, entre outras. Também expressaram acreditar que é possível ajudar o meio ambiente e ao mesmo tempo aumentar os lucros da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Pneus, Logística reversa, México, Empresas fabricantes.

REVERSE LOGISTICS IN THE PRODUCTION OF TIRES IN THE SOUTH-CENTRAL AREA OF MEXICO AND PERCEPTION OF ITS ENVIRONMENTAL IMPORTANCE

ABSTRACT: One of the problems present in Mexico is the environmental contamination derived from waste tires, as a result of their massive manufacture and the difficulties in processing them once they are discarded. This research is based on the identification of tire manufacturing companies that implement reverse logistics as a strategy within their production processes and infer the existence or not of relationships with the increase or decrease of pollutants, on the understanding that considering it allows the opportunity to reduce environmental pollution. The objective was to identify and describe the tire manufacturing companies of the south-central zone of Mexico and their relationship with reverse logistics. This study is descriptive, the information from the Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2019) was used as a basis, applying a structured telephone survey to the production managers or similar function in each company. As results, 24 companies classified in this area were detected, of which 15 are actually manufacturing companies and 9 are administrative offices or storage centers, of these 15 only 3 are tire manufacturers and 12 handle and / or distribute rubber products, but they are not tire manufacturers. In this sense, the DENUE has badly classified companies. The knowledge of the term “Reverse Logistics” is detected, although it is not implemented and only some intrinsic activities are practiced, such as: the reduction of polluting emissions, the introduction of retreading, among others. They

also expressed that they believe that it is possible to help the environment and at the same time increase the profits of the company.

KEYWORDS: Tires, reverse logistics, Mexico, manufacturing companies.

1 | INTRODUCCIÓN

El neumático de desecho constituye un problema medioambiental grave en todo el mundo, debido a su masiva fabricación y las dificultades para procesarlos una vez terminada su vida útil (Castro, 2007). El incremento de este residuo es consecuencia directa del crecimiento rápido de las poblaciones y de las economías (Ortiz et al., 2017) aunado al modelo de producción actual definido como economía lineal, en el cual los bienes son producidos a partir de materias primas, vendidos, utilizados y finalmente desechados (Ellen MacArthur Foundation, 2014).

Son cerca de 1,000 millones de neumáticos de desecho que se generan anualmente en el mundo, alrededor de 17 millones de toneladas (t) (López Díaz *et al.*, 2012); en México estiman una generación de 1,011.03 miles de t promedio anual calculado para el periodo de 2006 al 2012 (INECC & SEMARNAT, 2012).

El riesgo para el entorno y la salud de los seres vivos radica en el manejo del neumático una vez desechado, debido a que son el albergue ideal para roedores, animales ponzoñosos y mosquitos como el *Aedes aegypti* y *A. ablopictus* que transmiten el dengue y la fiebre amarilla; en México los neumáticos desechados son depositados en patios, tiraderos clandestinos, vía pública y en centros de acopio públicos y privados (COCEF, 2008).

En México existe un Marco Jurídico que protege al ambiente de este contaminante, definiendo las responsabilidades de cada ente participativo, explica los instrumentos de la política de prevención y gestión integral de los residuos, así como, las sanciones por daño al ambiente.

En la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en su Título Primero Disposiciones Generales, en el Artículo 1, sección VI, expresa que es su competencia definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos. Es en su Título Tercero Clasificación de los Residuos, en el Artículo 19, sección X, clasifica a los neumáticos usados como residuos de manejo especial. En el Título Cuarto Instrumentos de la Política de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Capítulo II Planes de Manejo, en el Artículo 28, sección III, expresa que estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de

manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno expandido; así como los importadores y distribuidores de neumáticos usados, bajo los principios de valorización y responsabilidad compartida (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2018).

Existe la NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo, en el Anexo Normativo se presenta, el Listado de Residuos de Manejo Especial sujetos a presentar Plan de Manejo, es en el número IV donde se presenta al neumático de desecho como un residuo de las actividades de transporte federal, que incluye servicios en los puertos, aeropuertos, centrales camioneras y estaciones de autotransporte y los del transporte público, deben presentar Plan de Manejo todo generador en una cantidad mayor a 10 toneladas al año o su equivalente. En esta misma Norma, en el número VIII, en el apartado “c”, los neumáticos de desecho están expresados como productos que al transcurrir su vida útil se desechan en una cantidad mayor a 10 toneladas por residuo al año y requieren de un manejo específico, deben presentar plan de manejo (NOM-161-SEMARNAT-2011, 2013).

Aun teniendo este marco, el neumático de desecho en México sigue aumentando, existe una regla universalmente aceptada, que menciona que la generación de neumáticos de desecho en países industrializados es aproximadamente de una llanta de automóvil por habitante al año o su equivalente en peso 9 kg (INECC & SEMARNAT, 2012)(COCEF, 2008), es decir, para este año 2020 el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) estimó una población de 125 millones de habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020a), por lo tanto, siguiendo la regla este año se desecharán 125 millones de neumáticos.

En la zona geoeconómica centro-sur de México el problema se ve acentuado debido a los Estados que alberga, la población de cada uno de ellos y las actividades que desempeñan. Esta zona está integrada por los Estados de Puebla, México, Ciudad de México, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala y Querétaro; las actividades económicas son principalmente la Concentración industrial, Comercio, Instituciones financieras, Telecomunicaciones, Servicios públicos, Actividades políticas y culturales (Delgado de Cantú, 2015); la población es de 37,246,889 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018).

Para disminuir el problema es necesario cambiar a un modelo de producción circular, en el cual, los productos, componentes y materias primas mantengan su utilidad y valor en todo momento (Ellen MacArthur Foundation, 2014), es decir, para disminuir el problema de contaminación ambiental derivado del neumático de desecho, es importante que al término de su vida útil sean recolectados e introducidos a la cadena de producción de la cual provienen o a otra cadena diferente, respetando o no su forma, el objetivo es que circule y se aproveche.

Una estrategia utilizada por las empresas para disminuir los residuos es la *Logística Inversa*, que es definida como las actividades que involucran la administración, procesamiento, reducción y disposición de residuos o productos desde el punto de consumo, pasando por los canales, hasta el punto de origen, con la finalidad de tomar una decisión ya sea de refabricación, renovación, reutilización, reciclaje, eliminación o reingeniería (Gómez, 2011). La Figura 1 esquematiza los componentes de la logística inversa.

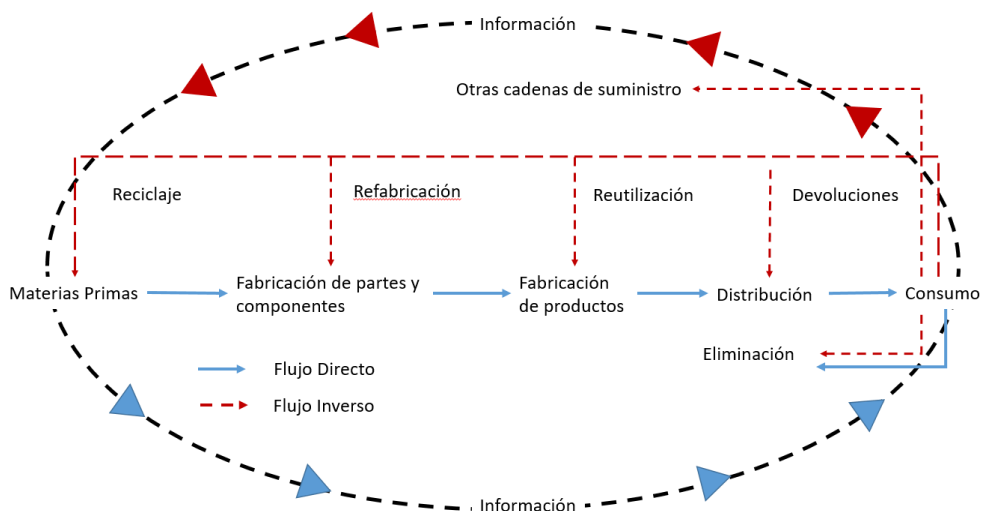


Figura 1. Diagrama Logística Inversa. Fuente:(Rubio, 2003).

Esta investigación se sustenta en la identificación de las empresas manufactureras de neumáticos que implementan la logística inversa como una estrategia dentro de sus procesos de producción e inferir la existencia o no de relaciones con el incremento o disminución de contaminantes, en el entendido de que considerarla permite la oportunidad de reducir la contaminación ambiental.

2 | OBJETIVO

Identificar y describir a las empresas manufactureras de neumáticos de la zona centro-sur de México y su relación con la logística inversa.

3 | LUGAR Y FECHA

La investigación se realizó en la región geoeconómica centro-sur de México en abril de 2019.

4 | METODOLOGÍA

Este estudio es de tipo descriptivo transversal y se tomó como base la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2019) para localizar las empresas manufactureras de neumáticos en la zona geoeconómica centro-sur de México. Una vez identificadas se localizaron y ubicaron en un mapa utilizando como herramienta al software *Mapa Digital de México V 6.3* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020b). Luego se elaboró un cuestionario de diez preguntas enfocadas en las actividades que integran a la logística inversa dentro de la manufactura de neumático, el cual, fue validado por parte de los investigadores. Este cuestionario sirvió para realizar una encuesta estructurada vía telefónica que se aplicó a los gerentes de producción o de función similar en cada empresa.

5 | RESULTADOS

Como resultados se detectaron 24 empresas clasificadas en el rubro o código 326211, que corresponde a la fabricación de llantas y cámaras (DENUE, 2019), de las cuales 15 realmente son empresas manufactureras y 9 son oficinas administrativas o centros de almacenaje, de estas 15 solo 3 son manufactureras de neumáticos y 12 manejan y/o distribuyen productos del hule, pero no son fabricantes de neumáticos.

La localización de las empresas manufactureras de neumáticos se representan en la **Figura 2**, considerando la zona geoeconómica centro-sur de México.

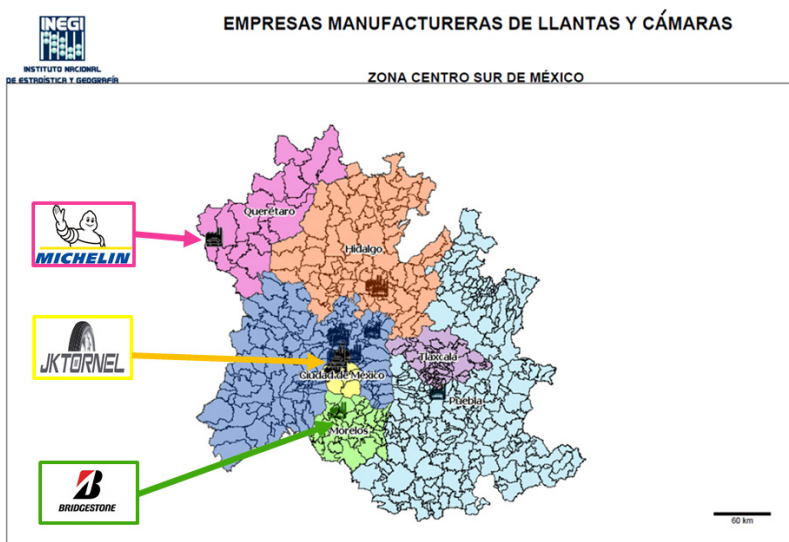


Figura 2. **Empresas manufactureras de neumáticos en la Zona Geoeconómica Centro-Sur.**
Elaboración propia (2019) utilizando el Software *Mapa Digital de México V 6.0.*,

La participación positiva de las empresas para responder la encuesta fue solo del 34%, es decir, solo una empresa respondió todas las preguntas y las restantes no tuvieron respuesta.

La información obtenida es del gerente de producción de la empresa manufacturera Michelin, quien expresa conocer el término de logística inversa. Además conoce las etapas del proceso, responde que si se realizan modificaciones en la etapa del diseño con la finalidad de ayudar a disminuir el uso de materias primas, que la empresa practica el reencauchamiento, que tienen una política de reducción de emisiones contaminantes, que se tiene como objetivo en alguna de las etapas de manufactura la minimización de residuos generados, considera que implementar alguna de las acciones mencionadas podría mejorar los ingresos económicos de la empresa, así mismo, considera que es posible ayudar al medio ambiente y aumentar las ganancias de la empresa.

En cuanto al uso de materia prima reciclada durante el proceso de fabricación contesto que no se introduce ninguna materia reciclada, con respecto a la recuperación de neumáticos después de su vida útil responde que la empresa no recolecta ningún neumático de desecho.

En la **Tabla 1** se muestra el cuestionario estructurado y los datos obtenidos como respuesta.

ITEM	CONTESTÓ	NO CONTESTÓ
1.- ¿Conoce el termino de logística inversa?	SI, 34%	66%
2.- ¿Conoce las etapas del proceso de manufactura del neumático?	SI, 34%	66%
3.- ¿En la etapa del diseño se realizan modificaciones con la finalidad de ayudar a disminuir el uso de materias primas?	SI, 34%	66%
4.- ¿En alguna de las etapas del proceso de fabricación se introduce materia prima reciclada?	NO, 34%	66%
5.- ¿La empresa practica el reencauchamiento de neumáticos?	SI, 34%	66%
6.- ¿La empresa recupera los neumáticos después de su vida útil?	NO, 34%	66%
7.- ¿La empresa tiene una política de reducción de emisiones contaminantes?	SI, 34%	66%
8.- ¿La empresa tiene como objetivo dentro de alguna de las etapas del proceso de manufactura la minimización de residuos generados?	SI, 34%	66%
9.- ¿Considera que implementar alguna de las acciones mencionadas en las preguntas anteriores podría mejorar los ingresos económicos de la empresa?	SI, 34%	66%
10.- ¿Considera que es posible ayudar al medio ambiente y al mismo tiempo aumentar las ganancias de la empresa a través del mejoramiento e implementación en alguna de las etapas del proceso de manufactura?	SI, 34%	66%

Tabla 1. **Datos obtenidos de la aplicación vía telefónica en la zona centro-sur de México de la encuesta estructurada**, elaboración propia, 2019.

6 | CONCLUSIONES

En cuanto a la clasificación del DENUÉ están mal clasificadas las empresas ya que algunos sitios se dedican a fabricar los neumáticos, pero otros son fabricantes de parches, ruedas de goma maciza, o bien, son almacenes o simplemente oficinas administrativas. Se detecta el conocimiento del término “*Logística Inversa*”, aunque no se tiene implementado y solo se practican algunas actividades intrínsecas como son: la reducción de emisiones contaminantes, la introducción del reencauchamiento, entre otras. También expresaron que consideran que es posible ayudar al medio ambiente y al mismo tiempo aumentar las ganancias de la empresa.

REFERENCIAS

- Castro, G. (2007). *Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos*. https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Neumatico.pdf
- COCEF. (2008). *Propuesta de estrategia y política pública*. https://www.nadb.org/uploads/files/4_propuesta_de_estrategia_y_politica_pblica_para_el_manejo_integral_de_llantas_2008.pdf
- Delgado de Cantú, G. (2015). *Historia de México* (G. Rodríguez (ed.); Tercera Ed.). PEARSON EDUCACIÓN.
- DENUÉ. (2019). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. En *Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denuel/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2014). *Hacia una Economía Circular - Resumen Ejecutivo*. 9. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF_Spanish_exec_pages-Revise.pdf
- Gómez, R. (2011). Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad. *Producción + Limpia*, 5(2), 63–76. <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/93/1/63-76.pdf>
- INECC, & SEMARNAT. (2012). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos; 2012*. 201.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2018* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (ed.); Instituto). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGPEF_2018/702825107017.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020a). Comunicado De Prensa Núm . 302 / 2020 9 De Julio De 2020 “ Estadísticas a Propósito Del ... Día Mundial De La Población (11 De Julio) ”. En *Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/Poblacion2020_Nal.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020b). *Mapa Digital de México para escritorio V 6.3.0* (6.3.0). <https://www.inegi.org.mx/temas/mapadigital/>

López Díaz, A., Blanco Silva, F., & Gutierrez García, M. A. (2012). Mejora del rendimiento en una cementera mediante el empleo de combustibles alternativos. *M+A. Revista Electrónica de Medioambiente*, 0(12), 47–61. https://doi.org/10.5209/rev_mare.2012.n12.39690

Ortiz, O., Ocampo, W., & Laura, D. (2017). Environmental impact of end-of-life tires: Life cycle assessment comparison of three scenarios from a case study in Valle Del Cauca, Colombia. *Energies*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/en10122117>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 1 (2018).

Rubio, S. (2003). *El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicación* [Universidad de Extremadura]. <http://www.pcid.es/public.htm>

NOM-161-SEMARNAT-2011, DIARIO OFICIAL 12 (2013). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23_LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCION_Y_GESTION_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf

HABITAÇÃO DE EMERGÊNCIA: A SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA COMO CATALISADORA DE TRANSFORMAÇÕES NO ATENDIMENTO PÚBLICO ÀS FAMÍLIAS EM SITUAÇÃO DE VULNERABILIDADE NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Data de aceite: 01/02/2021

Indalécia Sergia Almeida Brandão Escudero

Mestre em Cidade Inteligente e sustentável
-UNINOVE

Cintia de Castro Marino

Professora Doutora, UNINOVE, Brasil.

RESUMO: O panorama da população em situação de rua é preocupante e crescente, especialmente nas grandes cidades. Dados do levantamento realizado pelo Ministério do Desenvolvimento Social para identificar os fatores que podem induzir o indivíduo a condição de morador de rua atestaram que as causas são múltiplas, contudo, o desemprego tem conduzido famílias inteiras a essa condição. Em São Paulo, a desigualdade social é evidenciada pela pobreza e abandono social, que lançam as pessoas à margem da sociedade. A presente pesquisa busca compor autores que possam colaborar na construção de uma sociedade mais justa e igualitária, pela inserção no planejamento urbano de uma tipologia de moradia de emergência, como parte das ações de responsabilidade social governamental e corporativa e que atenda as famílias em situação de extrema pobreza. Com Estudo de Caso, qualitativo, que pretende aprofundar o entendimento e incluir ações do setor privado, setor público e de Organizações não Governamentais a TETO, que atua no terceiro setor, construindo moradia de emergência com a colaboração de jovens voluntários engajado

na igualdade social. Presente no Brasil, desde 2009, a OnG TETO eleita a melhor OnG de desenvolvimento local no Brasil, catalisadora de ações humanitária para sociedade justa sem pobreza e utilizando a força de trabalho de jovens universitários voluntários, para promover a construção das casas, ações de desenvolvimento social local e de empoderamento das pessoas carentes. Nesse contexto, surgiu a pergunta de pesquisa concernente a esse estudo: Como a OnG TETO, que atua na construção de habitação de emergência, pode atuar como uma entidade intermediária entre o governo e população vulnerável? As sub questões que direcionarão esse estudo de caso estão relacionadas aos temas: Como o papel da OnG Teto evoluiu em relação aos programas do governo no Chile? Quais práticas envolvem esse papel, atualmente e historicamente? Como essas práticas permitem uma aliança entre a sociedade civil organizada e o município? Concluímos que não é possível manter só as ações existente para mudar a realidade da cidade, é necessário ir mais além para encontrar oportunidades para todos, propomos incluir a moradia emergente como uma das soluções a curta prazo para atender o déficit habitacional reintegrando as pessoas carente no ciclo de vida com oportunidades, empoderamento e sobre tudo um vida com o mínimo de qualidade, transformando cidade e acolhendo pessoas.

PALAVRAS-CHAVE: Habitação de emergência, Habitação de interesse social, OnG, Voluntariado.

EMERGENCY HOUSING: A CIVIL SOCIETY ORGANIZED AS A CATALYST FOR TRANSFORMATIONS IN PUBLIC CARE FOR VULNERABLE FAMILIES IN THE CITY OF SÃO PAULO.

ABSTRACT: The panorama of the homeless population is worrying and growing, especially in large cities. Data from the survey conducted by the Ministry of Social Development to identify the factors that can induce the homeless person attest that the causes are multiple, however, unemployment has led entire families to this condition. In São Paulo, social inequality is evidenced by poverty and social abandonment, which throw people on the fringes of society. The present research seeks to compose authors who can collaborate in the construction of a fairer and more egalitarian society, by inserting in the urban planning a typology of emergency housing, as part of the actions of governmental and corporate social responsibility that meets the families in situation of extreme poverty. With a qualitative Case Study, which aims to deepen understanding and include actions from the private sector, public sector and non-governmental organizations, TETO, which operates in the third sector, building emergency housing with the collaboration of young volunteers engaged in social equality. Present in Brazil, since 2009, OnG TETO has elected the best local development NGO in Brazil, catalyst of humanitarian actions for a just society without poverty and using the workforce of young university volunteers, to promote the construction of houses, development actions. empowerment of the needy. In this context, the research question regarding this study arose: How can ONG TETO, which operates in the construction of emergency housing, act as an intermediary entity between the government and vulnerable population? The sub-questions that will guide this case study are related to the topics: How has the role of OnG Teto evolved in relation to government programs in Chile? What practices involve this role today and historically? How do these practices allow an alliance between organized civil society and the municipality? We conclude that it is not possible to maintain only existing actions to change the city's reality, we need to go further to find opportunities for all, we propose to include emerging housing as one of the short-term solutions to address the housing shortage by reintegrating the needy. life cycle with opportunities, empowerment and above all a life with the minimum quality, transforming the city and welcoming people.

KEYWORDS: Emergency housing, Social interest housing, OnG, Volunteering.

1 | INTRODUÇÃO

Um olhar sobre a realidade da sociedade e condições de vida das pessoas em situação de vulneráveis, legitima a urgência na abordagem do tema “habitação de emergência”. Rolnik (2015), expõe que o planejamento urbano de São Paulo merece uma atenção especial para prover condições às famílias em situação de extrema pobreza.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) apontam número alarmantes: 2 milhões de pessoas vivendo em aglomerados subnormais e mais 25 mil vivendo nas ruas. Os dados retratam a distribuição de riqueza desequilibrada contribuindo para a geração de problemas sociais e ambientais na sociedade. Rolnik (2015), ressalta que é necessário que a desigualdade diminua para o planejamento urbano tornar-se eficaz, conscientemente focado em ações de proteção ambiental para produzir resultados de cidade desenvolvida.

Investir na empreitada de moradia de emergência proporciona mudanças na paisagem urbana, dentre elas a recuperação ambiental, atualmente degradada pelo sistema existente de moradores de rua e área de risco.

A cidade de São Paulo, semelhante a diversas cidades brasileiras, cresceu desordenadamente, nos perímetros centrais construiu a cidade elitizada, e fora deste perímetro construiu-se a cidade informal (Smith, 2006), para a população menos favorecida, distante da geração de empregos e oportunidades desprovida de infraestrutura urbana, saneamento básico, equipamentos sociais, dentre outros, no início do séc. XX estas áreas eram consideradas áreas marginalizadas e definidas mais tarde como periferia (Saule, 1999).

Para Silva Neto (2003, p.355), professor de planejamento urbano e regional, da Faculdade São Marcos, de São Paulo, defini o termo periferia no contexto das guerras frias, na qual os países desenvolvidos tinham os países periféricos subdesenvolvidos, no âmbito político, econômico e social.

Observando o cenário das cidades, o conceito se aplica ao espaço onde está o centro financeiro e fora dele, o periférico. O termo aparece na tentativa de tornar tolerável a manutenção de cidades, mas o que se tem na verdade, é a perpetuação das desigualdades sociais e econômicas (Silva Neto, 2003).

A deficiência de investimentos públicos e a falta de tratamento espacial de algumas regiões da cidade intensificaram a desigualdade tornando um entrave no desenvolvimento do planejamento urbano colapsado (Rolnik, 2011), gerando impactos na expectativa de vida da população.

Em 1971, a prefeitura do Município de São Paulo apresentou a proposta do “Plano Diretor do Município”, com ênfase na habitação de interesse social e desenvolvimento de equipamentos sociais, integrando a população carente às suas necessidades (Lei Municipal n. 7.688, 1971). Segundo Lemos (1999), em meados do ano 1980, houve mudança na dinâmica socioespacial que, até então, permitia que a população mais pobre construísse sua casa própria, por meio do crescimento extensivo e desordenado da cidade e baseado no tripé: loteamento, autoconstrução e moradia na periferia, este foi um dos sistemas que contribuíram para uma cidade desordenada, mas, que atendeu a interesses social.

Só no século XXI com a consciência mundial da necessidade de as cidades congelarem o do perímetro urbano para definir o que é urbano e rural, no Brasil Estatuto da Cidade -Estatuto (2001), define o novo planejamento urbano com diretrizes e articulações para o desenvolvimento urbano, social e ambiental. Pensando na descentralização dos serviços e comércio criando as centralidades polares nos bairros para o menor deslocamento da população, propondo geração de empregos regional, delimitação de Zonas de Interesse Social (ZEIS), oportunidade de potencial construtivo mais elevado para atender o maior número de famílias, os imóveis com a obrigação de cumprirem a função social com pena de ingressar no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) progressivo, a Desapropriação

de Interesse Social (DIS) e Desapropriação de Utilidade Pública (DUP), são alguns dos instrumentos que fortalece a visão holística do desenvolvimento das cidades brasileiras.

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo -PDE (2002) pautado nos instrumentos do Estatuto com revisão em 2014. Em 2016 para a dinâmica do PDE o município elabora o Plano Municipal da Habitação (PMH, 2016) conhecido como Projeto de Lei - PL 619 de 2016, que encontra se na câmara dos vereadores e não teve sua aprovação sancionada.

O PMH é um instrumento que deve contribuir no desenvolvimento da cidade propondo novas soluções de moradia para atender a população vulneráveis quebrando o tabu da casa própria.

A casa própria é uma condição previsto por alguns governantes como um sonho realizado e em 2009, o Governo Federal redefiniu o Projeto de Habitação Nacional, com nova titulação: “Programa Minha Casa, Minha Vida” (PMCMV), para atender às famílias com renda de 1 a 3 salários mínimos.

Segundo Bonduki (2008) esta estratégia de mudança de nome foi para atender o setor imobiliário que poderia vim a falir se o governo não desse uma saída para os investimentos firmados pelas incorporadoras e o desemprego poria o país num patamar de instabilidade. Esta estratégia gerou uma confiança dos investidores o país investiu mais em habitação de interesse social para uma classe de baixa e média renda e acentuou a desigualdade conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2018), aponta que 31,6% da população carente paulistana ganha $\frac{1}{2}$ salário mínimo. De tal modo, a faixa I do Programa Minha Casa Minha Vida, com valor atual de R\$ 1.163,55 em São Paulo (G1 20/03/2-19) não atende a demanda do déficit habitacional para famílias vulneráveis.

A presente pesquisa defende que a ideologia da casa própria não atende ao planejamento urbano do século XXI e aposta em novas formas de morar, como: habitação de emergência, propriedade compartilhada e aluguel social, no sentido de atender famílias em situação de extrema pobreza e vulnerabilidade, com investimento e empoderamento desses cidadãos, afim de gerar bairros com desenvolvimento local e meio ambiente protegido da degradação.

A introdução de moradia de emergência de madeira no sistema habitacional da cidade como o primeiro habitat para atender as pessoas em situação de vulnerabilidade e no decorrer do tempo e do cronograma da prefeitura, entrem no programa de habitação PMCMV como habitação definitiva.

O Brasil é grande produtor de eucaliptos, com fábrica de painéis para colaborar no desenvolvimento deste projeto, na linha de construção de moradia de madeira, soluções que a Organização Não Governamental TETO (OnG TETO) utiliza para mudar a realidade de muitas famílias e levar o mínimo de dignidade humana, a ONG é pioneira na construção de moradia de madeira atuando desde 1997 nesta empreitada com ajuda de voluntários universitários para transformar o mundo em um lugar melhor.

No panorama da crise silenciosa, a OnG TETO, presente em 19 países da América Latina, chegou ao Brasil, com o propósito de superar a pobreza pela formulação de ações conjuntas com os moradores, jovens voluntários e outros atores. A TETO é uma organização social, associada à *TECHO Internacional*.

“Trabalhar pela garantia dos direitos das pessoas que vivem nas favelas mais precárias das grandes cidades, engajando seus moradores e moradoras e mobilizando a juventude, para construirmos juntos uma sociedade justa. Desenvolvemos um trabalho permanente com as comunidades, a partir da facilitação por grupos de jovens voluntários através de uma metodologia de participação e organização das comunidades, para fortalecer capacidades comunitárias de autogestão e construir soluções de moradia e habitat adequado” (TETO Brasil, 2018)

Rolnik (2015), propõe outra solução para atender essas famílias carentes, a cidade, com vários edifícios abandonado, por razões diversas, entre elas os edifícios inscritos na Dívida Ativa do Município e sem função social de propriedade e uso, poderiam ser utilizados na proposta para atender a camada da população mais carente.

Cangian (2010) apontou que na gestão do ex-Prefeito Gilberto Kassab, uma das iniciativas para promover habitação em local com infraestrutura completa e valores acessíveis, pretendia desapropriar os edifícios abandonados na região central. A relação dos prédios elaborada em estudo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP) apresentou 50 edifícios abandonados no centro expandido, que poderiam atender até 2.500 famílias, contudo, o feito dessa ação conseguiu desapropriar apenas 8 edifícios.

Um dos exemplos desse abandono foi o Edifício Wilton Paes Leme, símbolo da arquitetura moderna em São Paulo, que caberia como símbolo de inovação no compartilhamento, fazia parte da relação da lista da FAU-USP, uma vez que estava sem função social há mais de 15 anos, pela União, mas infelizmente, desabou por falta de atitude dos governantes antes de participar de ações importante para atender as pessoas vulneráveis.

A cidade de São Paulo, pela sua complexibilidade, tem diversos prédios que não cumprem a devida função social e as normas existentes ainda não gera sua eficácia PMH (2016), que poderia colaborar para facilitar a aplicação das normas federais para implementar tipologias de moradia que atenda uma distribuição de riqueza mais equânime.

Em 2014, a articulação da cidade e a aquisição de bens foi freada com a ideia do compartilhamento, a exemplo da empresa UBER, pioneira no segmento de prestação de serviços eletrônicos na área do transporte, chegou ao mercado brasileiro com a filosofia de compartilhar carona paga para mesmas direções e com preço acessível. O novo conceito gerou discórdia com taxistas e necessitou de regulamentação e tempo para conquistar o seu espaço. Essa filosofia veio propor mudanças radicais dentro do conceito de pertencimento e trazendo novas oportunidade de emprego frente à crise (Ajzental 2018).

O objetivo da pesquisa é catalisar autores que apostam em inovação no atendimento às famílias em situação de vulnerabilidade com moradia de emergência para solucionar o problema existente no momento programar o cronograma habitacional visando atender todas as camadas da sociedade para uma cidade justa, segura e com equidade socioambiental.

1.1 Problema de Pesquisa

A situação de vulnerabilidade das famílias moradoras de rua levou nós a pensar em propor alternativas para o sistema habitacional existente e, chegou se a moradia de emergência feitas em madeira como uma das soluções a curto prazo para atender a camada da sociedade mais necessitada. Entretanto, a cidade tem um pré-conceito quanto a utilização da madeira como moradia; o Código de Obras da cidade de São Paulo, pela Lei Municipal n. 11.228 (1992 - 2017), definiu recuo obrigatório de 3m em ambos os lados, prejudicando a implantação da moradia de madeira que, na visão de muitos, está relacionada a tipologia de favela e tornou esse material marginalizado na construção civil em relação a habitação de emergência. O novo Código de Obras em vigor Lei 16.642 de 9 de maio de 2017 (2017), retirou este artigo da lei, facilitando a introdução deste material como uma possível atitude para atender famílias ou pessoas em vulnerabilidade.

Um dos obstáculos está em rever conceitos culturais em relação a morar e promover ações eficazes, que possam atender à população mais vulnerável, o programa Minha Casa, Minha Vida, atende pessoas com condição financeira estável.

A proposta de moradia de emergência de madeira, introduzido pela OnG TETO, busca levar um teto minimamente digno às famílias, com preço social acessível e atender ao maior número de famílias, para o município poder articular e organizar seu cronograma num período de 6 anos, projetando uma cidade acolhedora, limpa e segura.

A OnG TETO, com sua expertise, pode corroborar em várias frentes, como: moradia de emergência, empoderamento dos vulneráveis para o fortalecimento das políticas públicas em Habitação na cidade de São Paulo.

O tema “Habitação de Emergência” é uma oportunidade social, para atender a cidade, em um curto espaço de tempo. São muitos os fatores que levaram famílias inteiras a morar nas ruas e em área de risco, implementar atitude para mudar esta realidade, que gera uma cidade desigual, suja, degradada e restringe as pessoas do propósito de viver bem e uma obrigação do estado.

Lefebvre (2001) propõe que o planejamento urbano deve ter dose certa para prever uma cidade equilibrada, focado numa evolução gradual quanto aos novos conceitos de morar, circular, ocupar espaços públicos. O urbanismo ocupa sua forma dentro do planejamento e concede à cidade o direito da cidade.

O IBGE (2018), tras índices alarmantes para a cidade de São Paulo e, dentre os 12 milhões de habitantes, aponta que mais de 2 milhões de pessoas vivem em aglomerados subnormais, o que representa 17% da população paulista e, aproximadamente, 25 mil pessoas vivendo nas ruas.

Os dados de Vulnerabilidade Social apontam o percentual crescente de pessoas sem rendimento, o que preconiza o aumento dos moradores nas ruas, fato preocupante, especialmente em época propícia a estado de alerta epidemias.

A consequências da omissão dos órgãos públicos na projeção de alternativa de moradia econômica, para atender o maior número pessoas vulneráveis, retarda o ingresso no mercado de trabalho e produz inativos por muitos anos, gerando ônus para o poder público, ruas degradados afetando o meio ambiente, segurança urbana e saúde, a cidade perde o sentimento do pertencimento a todos (Garcia, 2005).

Os órgãos públicos devem trabalhar a frente dos acontecimentos prever ações mais rápidas e eficazes para atender uma cidade mutante. A proposta dessa pesquisa é apresentar a moradia de emergência com 18 a 25m² em madeira, com durabilidade de 6 anos, como alternativa para inclusão de famílias e pessoas em situação de vulnerabilidade, tendo a projeção do resgate do ser humano e da cidade.

Incluir OnGs dentro do planejamento urbano para atender a população a tempo de recupera lá para o mercado de trabalho. A Ong TETO e os voluntários têm o propósito de trabalhar com solução de moradia emergente e mesa de trabalho, onde os moradores ficam engajado em melhorias para o local e para seu empoderamento, incluir a participação de ONGs no Plano de Habitação – PL 619/2016, é gerar uma transformação na articulação de políticas urbanas para a cidades estratégicas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Projetar a cidade com menor desigualdade social possível a partir de parcerias com a ONG TETO que trabalham na área de moradia, visando uma distribuição de investimentos públicos coerente para atingir uma porcentagem significativa de famílias vulneráveis, viabilizando o atendimento igualitário.

1.2.2 Objetivos Específicos

Estudar as propostas do PL n.619/16 -PMH a fim de verificar se atende as famílias e pessoas em situação de vulnerabilidade, verificando se abrangência das atitudes traga oportunidade para todos.

Estudar as ações da ONG TETO buscando qualificar e introduzir o sistema de trabalho horizontal para propor soluções da demanda habitacional. Verificar se após estas pessoas receberem a moradia conseguem ter a oportunidades de entrar num emprego ou engrajar na escola.

Na etapa dos objetivos específicos propomos:

I. Estudar a estrutura da Ong TETO;

II. Analisar a trajetória das políticas públicas de habitação no sentido de trazer avanço por meio de parcerias com a Ong. TETO;

2 I MÉTODO DE ANÁLISE

O tema Habitação de emergência é uma oportunidade social para atender a cidade num curto espaço de tempo, são muitos os fatores que levaram famílias inteiras a morar nas ruas, implementar o planejamento urbano com dose certa para prever uma cidade equilibrada focado numa evolução gradual quanto a novos conceitos de morar, circular, ocupar espaços públicos. Segundo Lefebvre (2001), o urbanismo ocupando sua forma dentro do planejamento, dando a cidade o direito da cidade.

Segundo Azevedo (2001), os dados do IBGE (2018), mostram que a distribuição da riqueza em desequilíbrio gera problema sociais para a população no geral, diminuir a desigualdade para prover um planejamento urbano consciente que produza justiça, segurança e cidadania.

O número crescente de pessoas morando nas ruas assusta, traz preocupação em época que doenças proliferam com muita facilidade devido ao acúmulo de resíduo, poluição do ar e outros, morar nas ruas ou nas áreas de risco pode acarretar risco de surto levando a cidade em alerta epidemia.

A consequência de os órgãos públicos não ter uma alternativa de moradia mais econômica para atender maior número pessoas vulneráveis retarda a idade de ingresso no mercado de trabalho produzindo inativos por muitos anos e retarda o desenvolvimento da cidade, a cidade perde o sentimento do pertencimento a todos. (Garcia 2005)

As políticas públicas habitacionais existentes no Plano Diretor Estratégico traz a valorização do solo urbano pelo zoneamento diversificado, inclui zoneamento para atender a população mais carente - zona de interesse social-ZEIS, regularização fundiária para imóveis em ZEIS, a função social do imóvel está diretamente ligada ao IPTU progressivo no tempo, com a desapropriação de Interesse Social (DIS) e a desapropriação de Utilidade Pública e o Fundo de Desenvolvimento Urbano (FUNDURB) uma instituições de financiamento para moradia de interesse social (Rodrigues, 2004), as ações prevista no Plano Diretor Estratégico para mudar a realidade da cidade são varias mas, a maioria não alcança sua eficácia.

2.1 Políticas Públicas de Habitação

O presente referencial teórico tem como objetivo analisar autores e documentos que apontem soluções de moradia que atendam às pessoas e famílias em situação de vulnerabilidade social e ambiental, no sentido de gerar uma cidade inteligente, justa, segura, com equidade.

A Fundação Casa Popular (FCP, 1946) foi à primeira tentativa do Governo Federal, com a intenção de centralizar as políticas habitacionais. (AZEVEDO,2011)

São Paulo, na década de 1970, estava classificado entre as maiores cidades do mundo, atuavam em políticas públicas para projetar a cidade do futuro, com planejamento

urbano eficiente, os prefeitos eram nomeados pelo governo provisório, interventores federais, ou governadores militares, sem mandato verdadeiro no período que atuavam não passavam mais de dois anos no exercício do cargo, por este motivo, os períodos de mandato eram curtos, não tinha condições de propor ações e acompanhar o desenvolvimento das cidades brasileiras, São Paulo não foi exceção linha do tempo da cidade e as ações mais importantes da década de 70 até os dias atuais para entender por que do déficit habitacional.

Figueiredo Ferraz (1971 - 1973) aprovou o Primeiro plano- O Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI).

“Essa nova lei é tão ou mais importante do que o metrô, pois disciplinará efetivamente o crescimento da cidade”

Miguel Colasuonno (1973- 1975), Programa de Ação Imediata para a Periferia diretriz o desenvolvimento social, a urbanização e os transportes, dentro de uma perspectiva de integração urbana (ESP, 1981).

Olavo Setúbal (1975 e 1979) abertura de vias para fluir e desapropriação e restauração do Edifício Martinelli. Criou a Empresa Municipal de Urbanização (EMURB). (AHSP, 1985).

Jânio Quadros (1980- 1988), a necessidade da cidade previa melhor distribuição dos gastos públicos, investindo em áreas vulneráveis, bairros periféricos, que continuavam sem saneamento básico, infraestrutura e equipamentos públicos, com crescimento elevado da população e com baixo IDH

Luiza Erundina (1989 - 1993) mudar a realidade da cidade com um déficit buscando apoio na pratica de mutirões autogerido, o resultado em um curto período de tempo ajudou a diminuir o *déficit* habitacional no Município.

Paulo Maluf (1994 - 1998), fez campanha para entregar 13.416 casas inaugurou 10.026 casas, sendo 18.438 a menos do que Luiza Erundina. (Leondas, 2000).

Roberto Pitta (1999 – 2002) verticalização de favelas, conhecido como Cingapura. (Leondas, 2000).

Marta Suplicy (2000 - 2003) 45 Centros Educacionais Unificados (CEU), (AHSP 2005)

José Serra (2003 - 2006) integração do bilhete único ônibus e metrô. Início dos fóruns mundiais, com o tema habitação e urbanismo, um olhar especial para as pessoas em situação de vulnerabilidade, com uma população com menor poder aquisitivo para entrar no Programa Nacional de Habitação (PNH 2004)

Gilberto Kassab (2006 - 2012), revitalização do centro por meio da desapropriação de 53 prédios abandonados, para atender aproximadamente 2.500 unidades. não atingiu nem a metade das 2.500 habitações previstas, em uma parceria da prefeitura com a Fundação para Pesquisa Ambiental (Cangian, 2010).

Fernando Haddad (2013 - 2016) sistema de modais, incluindo a bicicleta, corredores de ônibus diminuindo a distância entre as regiões periféricas e o centro

João Doria (2017 - 2018), não teve atuação significativa (Dulce, 2018).

3 | METODOLOGIAS

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória (Vergara, 2015), com base em levantamento bibliográfico, para chegar à fronteira da arte do conhecimento, com o tema habitação na cidade de São Paulo, aprofundando nos conceitos da tipologia de moradia de emergência. E estudo de caso Yin (2015) da ong TETO.

3.1 Estudo de Caso

A OnG TETO atua no Chile desde 1997, seu primeiro implemento foi na comunidade de Curanilahue, quando surgiu a ideia de construir moradias de emergência para pessoas vivendo em assentamentos informais, aproveitando a mão de obra dos jovens universitários voluntários. Iniciou-se, com essa ideia, uma convocação à juventude chilena, para a primeira construção massiva de 200 casas em Curanilahue (Berrios, 1997)

A moradia construída pela TETO é uma moradia de emergência, de módulo pré-fabricado. Todas casas são iguais e possuem as medidas de 6m x 3m ou de 4,50m x 3m. As paredes e o piso são em madeira e a estrutura é construída sobre 12 estacas em madeira tratada. O telhado é de zinco com uma manta de isolamento térmico. O módulo possui 3 janelas e uma porta, não possui acesso a água, luz com anexo de banheiro a seco.

Estudos distintos realizados pela TETO (2018), em especial o realizado em conjunto com a J-Pal, comprovaram que, mesmo sendo uma casa com infraestrutura limitada, a casa produzida pela TETO representa uma mudança real na vida da família beneficiada.

O valor dessa moradia em madeira emergente é de R\$ 7.000,00 (sete mil Reais), valor atualizado em 2019. Outro modelo de casa popular em madeira foi desenvolvido pelo Instituto STELA, UFSC, com madeira de reflorestamento, sendo mais uma das alternativas para solucionar o problema da habitação de interesse social do país.

A construção desta unidade habitacional acontece em dois fins de semanas por voluntários universitários da classe média alta comprometido por um mundo melhor, junto com as famílias que irão receber a casa interagem na construção e na alimentação num sistema de trabalho horizontal onde todos trabalham no sistema de igualdade.

4 | CONCLUSÃO

Concluimos que a cidade de São Paulo com um Plano Diretor Estratégico premiado internacionalmente não atende a realidade da população carente. As ações governamentais foram na maioria dos mandatos ausentes ou suas ações foram são lentas, não atende minimamente a demanda habitacional.

A população vulnerável encontra-se invisível perante os governantes. Famílias inteiras vivendo nas ruas em frente de prédios abandonados ao lado dos prédios do Poder Público atuante como a Secretaria de Desenvolvimento Social, Secretária de Habitação e outras. Numa ironia capitalista, prédios vazios se deteriorando por falta de gente e gente na marquise destes prédios que sonha com um teto. Esquecemos que um sem o outro se destrói.

A tipologia de moradia de emergência de madeira com um custo inferior ao auxílio aluguel repassado para famílias carentes pelo Município para continuar morando em locais degradantes, onde o único beneficiado é o dono do imóvel! Colabora apenas para o enriquecimento dos proprietários que alugam estas unidades insalubre.

A aliança entre a sociedade civil organizada e o Estado como sequência de um ciclo onde a mediação das ações reflete em soluções viáveis e práticas para atender os mais necessitados dentro do contexto do urbano e da igualdade social. A OnG TETO referência em 20 países na América Latina, pode ser uma das atitudes de inovação na linha da habitação na cidade com a visão de que todos devem fazer parte da cidade e sua expertise em moradia de emergência de madeira e mesa de trabalho para o empoderamento destes cidadãos pode fazer a diferença para o atendimento destas famílias a curto prazo.

REFERÊNCIAS

- AJZENTAL, A. (2018). Como a cultura do compartilhamento muda os negócios e a economia. Recuperado de: <https://economia.uol.com.br/empreendedorismo/noticias/redacao/2018/02/02/alberto-ajzental-economia-compartilhada-compartilhamento.htm?cmpid=copiaecola>. AHSP (1985/2005) <http://www.arquiamicos.org.br/info/>
- AZEVEDO, Sérgio de; ANDRADE, Luís Aureliano Gama de. Habitação e poder: da Fundação da Casa Popular ao Banco Nacional Habitação. 2011.
- BARDIN, L. (1977). Análise de Conteúdo. Em L. Bardin, *Título original: L'Analyse de Conremt* (L. A. Pinheiro, Trad., pp. 93 - 149). Lisboa, Portugal: Edições 70, LDA. doi: ISBN: 972-44-0898-1
- BERRÍOS, F. (1997) *Nace la iniciativa en Chile, a partir de un grupo de jóvenes que descubrió la difícil e injusta situación de pobreza en la que vivían miles de personas en su país*. SJ Recuperado em dia 10 de maio de 2019..<https://www.techo.org/nuestra-historia/>
- BONDUKI, N. (2008). Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. *Revista eletrônica de Arquitetura e Urbanismo, R 1(1)*, 70- 104.
- Brasil, T. (s.d.). *Por Uma Sociedade Justa sem Pobreza*. Fonte: <https://www.techo.org/brasil/>.
- CANGIAN, Natalia.(2010). Plano de revitalização do centro emperra e chega na Justiça. Recuperado em dia 10 de março de 2019. <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/planejamento/arquivos/sexta10F.pdf>

DA SILVA, V. A. (2009). Direitos fundamentais. Conteúdo essencial, restrições e. Recuperado em dia 05 de janeiro de 2019. <https://www3.usf.edu.br/galeria/getImage/252/6892347672477816.pdf>

DIAS, m. l. (1989). A expansão da cidade. Em m. l. Dias, *Desenvolvimento Urbano e habitação popular em São Paulo* (pp. 19-33). São Paulo: Nobel.

GARCIA, M. (2005). A cidade e seu estatuto. São Paulo: Juarez de Oliveira. Recuperado em dia 10 de janeiro de 2019. https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5 &q=Garcia%2C+M.+%282005%29.+A+cidade+e+seu+estatuto.%C2%A0S%C3%A3o+Paulo%3A+Juarez+de+Oliveira.&btnG=

IBGE. (2018). IBGE, *idades*. Fonte: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>.

LEFEBVRE, H. (2001). *O direito a cidade*. (R. E. Frias, Trad.) São Paulo, BR: centauro.

LEI FEDERAL n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Dispõe e regulamenta o capítulo "Política urbana" da Constituição brasileira. Seus princípios básicos são o planejamento participativo e a função social da propriedade. *Estatuto da Cidade*. Brasília, DF, Brasil: Diário Oficial da União. Acesso em 2019, disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Estatuto_da_Cidade

LEI MUNICIPAL n. 16.050 de 30 de julho de 2014. dispõe sobre a política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. Plano Diretor Estratégico. São Paulo, São Paulo, Brasil: DOM. Recuperado de: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2014/1605/16050/lei-ordinaria-n-16050-2014-aprova-a-politica-de-desenvolvimento->

LEI MUNICIPAL n. 7.688, de 30 de dezembro de 1971. Dispõe sobre instituição do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São Paulo. São Paulo.

LEI MUNICIPAL N. 16.642 DE 9 DE MAIO DE 2017; Aprova o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo; introduz alterações nas Leis nº 15.150, de 6 de maio de 2010, e nº 15.764, de 27 de maio de 2013.

Lemos, C. A. (1999). Casa paulista: história das moradias anteriores ao ecletismo trazido pelo café..

LEONDAS, F. (2000). Promotoria pede a desapropriação de espaços para serem transformados em áreas verdes e de lazer 14 Cingapura estão em área irregular. Recuperado em dia 05 de janeiro de 2019. <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff2912200011.htm>

PMSP/SMC/DPH. (2008). Casas e vilas operárias paulistanas. *Informativo Arquivo Histórico Municipal* (Ano 4N.19).

PROJETO DE LEI -PL n. 619 de 02 de fevereiro de 2016. Plano Municipal de habitação de São Paulo-PMH. Dispõe conforme previsto no artigo 293 do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, de acordo com o Sistema Nacional de. São Paulo, São Paulo, Brasil: DOM. Recuperado de: https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/08/20161221_PMH_PL_bxa.pdf

ROLNIK, R., & KLINTOWITZ, D. (2011). (I) Mobilidade na cidade de São Paulo. Estudos avançados, 25(71), 89-108

ROLNIK, R. (2015). Exclusão territorial e Violência: o caso de São Paulo, Brasil. Brasil Urbano. *capítulo 5*. (Rolnik, 2015). Recuperado em dia dia 20 de maio de 2019.

SILVA NETO, M. L. (2003.). A questão regional hoje: reflexões a partir do caso paulista. Souza MAA, organizador. Território brasileiro: usos e abusos.: *Edições Territorial*, 355-79.

JUNIOR, Nelson Saule. **O direito à moradia como responsabilidade do Estado brasileiro. Direito à cidade. Trilhas legais para o direito às cidades sustentáveis. São Paulo: Max Limonad, 1999.**

SMITH, N. (2006). A gentrificação generalizada: de uma anomalia local à “regeneração” urbana como estratégia urbana global. De volta à cidade: dos processos de gentrificação às políticas de “revitalização” dos centros urbanos... pp. 59-87

TETO. (2018). *Teto Brasil é eleita a melhor ong de desenvolvimento local do Brasil*. Fonte: [https://www.techo.org/brasil/informe-se/teto-brasil-e-eleita-uma-das-100-melhores-OnGs-2018TETO Brasil](https://www.techo.org/brasil/informe-se/teto-brasil-e-eleita-uma-das-100-melhores-OnGs-2018TETO%20Brasil). (2009). Recuperado de: <https://brasil.colecta.techo.org/teto/>.

VERGARA, C. S. (2015). Métodos de Pesquisa em Administração. Em C. S. Vergara, *1 Administração - Pesquisa* (6 ed.). São Paulo, Brasil: Atlas S.A. doi: ISBN 978-85-224-9905-2(PDF)

Yin, K. R. (2015). Estudo de Caso Planejamento e Método. Em K. R. Yin. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Bookman Editora LTDA.

GLOSSÁRIO

Habitação de Interesse Social (HIS): definido pelo Quadro 1 do Plano Diretor Estratégico, Lei Municipal n. 16.050, de 31 de julho de 2014, é aquela destinada ao atendimento habitacional das famílias de baixa renda, podendo ser de promoção pública ou privada, tendo no máximo um sanitário e uma vaga de garagem. Lei n. 16.050 de 31 de julho de 2014. Dispõe sobre a criação no Plano Diretor Estratégico da Cidade de São Paulo.

Implementar: Essa é a expressão que TECHO utiliza para a abertura de uma nova sede em um novo país. A implementação consiste na decisão de enviar um grupo de pessoas que tem por objetivo constituir uma pessoa jurídica sem fins de lucro, mobilizar voluntários, conseguir doadores e realizar a primeira construção no lapso de um ano. <https://www.techo.org/mision-vision-valores>

Moradia digna: definido pelo Quadro 1 do Plano Diretor Estratégico, Lei Municipal de São Paulo n. 16.050, de 31 de julho de 2014, é aquela cujos moradores dispõem de segurança na posse do imóvel Lei n. 16.050 de 31 de julho de 2014. Dispõe sobre a criação no Plano Diretor Estratégico da Cidade de São Paulo.

Moradia de emergência: definida pela ONG TETO como um protesto por falta de moradia é uma moradia minimamente com o mínimo de dignidade.

Periferia: carrega consigo um sentido político, econômico e social (Silva Neto, 2003)

Pesquisa de caso exploratório: um estudo de caso cujo o propósito é identificar as questões ou os procedimentos de pesquisa a serem usados em um estudo de pesquisa subsequente, o qual pode ou não ser um estudo de caso (Yin, 2015). Estudo de Caso - Planejamento e método.

Vulnerabilidade social: consiste numa situação social desfavorável e configura-se por processos e situações sociais que geram fragilidades, discriminações, desvantagens e exclusões da vida econômica social e cultural. As vulnerabilidades são objeto de políticas sociais programáticas que visam à prevenção, proteção básica, promoção e inserção social. Nessa perspectiva o Serviço de Moradia Social vem como apoio nas situações circunstanciais de vulnerabilidade, prevenindo e evitando o processo de exclusão social. Vulnerabilidade social na ótica da habitação são as situações desfavoráveis para as famílias e indivíduos que não possuem condições físicas, emocionais e materiais para, por conta própria, arcar com condições mínimas de uma moradia digna. Lei n. 16.050, de 31 de julho de 2014. Dispõe sobre a criação no Plano Diretor Estratégico da Cidade de São Paulo

CAPÍTULO 19

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE AMERICANA REVESTIDAS COM *Alumina* SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE POR ALUMÍNIO

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 06 /11/2020.

Raysa Marques Cardoso

Universidade Federal de Lavras-Lavras/MG

<http://lattes.cnpq.br/4423563702003151>

Taís Ferreira Costa

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-
Cruz das Almas/BA
<http://lattes.cnpq.br/9497992189730630>

Tamara Rocha dos Santos

Embrapa Mandioca e Fruticultura-Cruz das
Almas/BA
<http://lattes.cnpq.br/8322529527469152>

Ariele Monteiro Gama

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-
Cruz das Almas/BA
<http://lattes.cnpq.br/3587048812253752>

Geísa Melo dos Santos Pereira

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-
Cruz das Almas/BA
<http://lattes.cnpq.br/6968950136075083>

Hellen Cristina da Paixão Moura

Embrapa Mandioca e Fruticultura-Cruz das
Almas/BA
<http://lattes.cnpq.br/8666258885199616>

Liliane Santana Luquine

Universidade Estadual de Feira de Santana-
Feira de Santana/BA
<http://lattes.cnpq.br/2119599072794821>

Rafaela Shaiane Marques Garcia

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-
Cruz das Almas/Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9730772856567521>

RESUMO: A homeopatia é considerada tecnologia social efetiva, contribuindo com a dimensão ecológica e econômica da sustentabilidade dos agroecossistemas, não deixando resíduos no meio ambiente, substituindo os agroquímicos, possibilitando uma agricultura sustentável. A alface é a hortaliça folhosa mais consumida e considerada umas das olerícolas de maior volume de comercialização sendo cultivada de forma intensa. Objetivou-se avaliar a influência do preparado homeopático *Alumina* na germinação de sementes revestidas de alface americana submetida a níveis tóxicos por alumínio. O experimento foi conduzido no laboratório de Oleicultura e Gramíneas, no bloco M da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas- BA. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições. As sementes de alface foram submetidas ao teste de germinação em câmara BOD. O teste de germinação foi realizado de acordo com a Regra de Análise de Sementes (RAS). Em placas de Petri com 50 sementes foram distribuídas uniformemente, sobre duas folhas de papel germitest. As sementes foram embebidas com 3 mL da solução correspondente aos experimentos. Os tratamentos para o experimento foram: *Alumina* 5CH, *Alumina* 6CH, *Alumina* 12CH e Água destilada. As variáveis analisadas em ambos os tratamentos foram:

Porcentagem de sementes germinadas, índice velocidade de germinação, Não germinadas, plântulas normais, plântulas anormais, biomassa fresca parte aérea, biomassa fresca raiz, biomassa fresca total, biomassa seca parte aérea, biomassa seca raiz, biomassa seca total, comprimento total, comprimento da radícula, comprimento da parte aérea. As dinamizações 5 e 12CH de *Alumina* incrementaram o vigor e o potencial germinativo das sementes de alface americana, no entanto, a *Alumina* 5CH atuou com maior eficiência no desenvolvimento das plântulas em condições de toxidez de alumínio. O método de revestimento das sementes com talco foi eficiente no teste de germinação e inovador na aplicação da homeopatia na área de tecnologia de sementes.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca Sativa* L., Homeopatia, revestimento, vigor.

GERMINATION OF AMERICAN LETTUCE SEEDS COATED WITH *Alumina* UNDER ALUMINUM STRESS CONDITIONS

ABSTRACT: Homeopathy considered effective social technology, contributing to the ecological and economic dimension of the sustainability of agroecosystems, leaving no residues in the environment, replacing agrochemicals, enabling a sustainable agriculture. Lettuce is the most consumed hardwood crop and is considered one of the most commercialized olerícolas being cultivated intensely. The objective of this study was to evaluate the influence of the homeopathic preparation *Alumina* on the germination of seedlings coated with American lettuce submitted to toxic levels by aluminum. The experiment were conducted in the Oleicultura and Gramíneas laboratory, in block M of the Federal University of the Recôncavo of Bahia, Cruz das Almas-BA. The experimental design used was completely randomized with 4 treatments and 5 replicates for each of the experiments. The seeds of lettuce were submitted to the germination test in the BOD chamber. The germination test was performed according to the Seed Analysis Rule (RAS). In Petri dishes with 50 seeds were distributed evenly, on two sheets of germitest paper. The seeds were soaked with 3 ml of the solution corresponding to the experiments. Treatments for experiment one were: *Alumina* 5CH, *Alumina* 6CH, *Alumina* 12CH and Distilled Water. The variables analyzed in both treatments were: Percentage of germinated seeds, rate of germination, no germinated, normal seedlings, abnormal seedlings, fresh biomass aerial part, fresh root biomass, total fresh biomass, dry biomass aerial part, dry biomass root, total dry biomass, total length, radicle length, shoot length. *Alumina* 5 and 12CH dynamics increased the vigor and germination potential of the American lettuce seeds, however, *Alumina* 5CH acted more efficiently in the development of the seedlings under conditions of aluminum toxicity. The method of seed coating with talc was efficient in the germination test and innovative in the application of homeopathy in the field of seed technology.

KEYWORDS: *Lactuca Sativa* L, Homeopathy, coating, vigor.

1 | INTRODUÇÃO

Através da Instrução Normativa n.7, de 17 de maio de 1999, a homeopatia é permitida no Brasil para manejo e controle de pragas e doenças dos vegetais. Mais recentemente, a Instrução Normativa n.46, de 6 de outubro de 2011 e, posteriormente, a Instrução Normativa n.17, de 18 de junho de 2014 (BRASIL, 2014), que corresponde,

dentre outras coisas, das substâncias permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, possibilita a utilização da homeopatia no tratamento de animais, bem como no manejo de pragas e doenças nos vegetais. A homeopatia é considerada tecnologia social efetiva, participa da dimensão ecológica e econômica da sustentabilidade dos agroecossistemas, não deixa resíduos no meio ambiente, substitui os agroquímicos, proporciona uma agricultura sustentável, sendo acessível ao agricultor. Nesse sentido, as diluições dinamizadas/homeopatia têm mostrado excelentes resultados e vem sendo empregada em diversos cultivos (ANDRADE et al., 2012; KAVIRAJ, 2015).

A energia vital das plantas, quando submetida a algum desequilíbrio, em função de estresses bióticos ou abióticos fazem a planta perder a sua homeostase. Os sintomas desse distúrbio têm sido solucionados por meio da aplicação de produtos químicos (PINHEIRO et al, 2019). De acordo com Tichavisky (2009), essas sementes podem ser revitalizadas através de tratamentos homeopáticos possibilitando um desenvolvimento balanceado das plântulas em equilíbrio com o meio ambiente.

A alface (*Lactuca sativa* L.) caracteriza-se por ser a principal hortaliça folhosa comercializada e consumida no Brasil, com crescente consumo em redes de *fast food*, e consumo em forma de saladas. Tanto pelo sabor e qualidade nutricional, quanto pelo preço acessível ao consumidor (SILVA et al., 2017). Possui elevado teor de vitamina A nas folhas verdes (ZARATE et al., 2010). A alface é considerada uma planta sensível, delicada, podendo sofrer influências no seu processo fisiológico, retardando suas reações. Devido a sua grande sensibilidade, a alface fica suscetível a fatores que a limitam. Níveis tóxicos de alumínio interferem no seu crescimento e desenvolvimento.

Os testes de qualidade fisiológica das sementes são avaliados frequentemente pelo teste de germinação e vigor, que são utilizados visando, principalmente, identificar alterações no desempenho de lotes de sementes, que podem surgir após a semeadura ou durante o armazenamento, destacando lotes com maior deficiência (MARCOS FILHO et al., 2009). O conhecimento do potencial fisiológico das sementes, principalmente em espécies comerciais que requerem transplante, permite uma produção com tamanho, qualidade e vantagens no desenvolvimento das plantas (KIKUTI & MARCOS FILHO, 2012).

A contaminação da água e dos solos com elementos tóxicos representa um grande problema ambiental com consequências para a saúde humana e animal, e conseqüentemente, essa limitação das raízes afetam de maneira prejudicial a absorção de água e nutrientes, impedindo o crescimento e desenvolvimento da cultura (ZHENG, 2010). Dentre os elementos tóxicos no solo ressalta-se o alumínio (Al) que, quando em excesso, pode causar diversos danos às plantas reduzindo sua produtividade (FREITAS et al., 2012).

Como estratégia para minimizar o efeito tóxico do alumínio no solo, é frequente o uso de corretivos e fertilizantes, recursos estes que não são renováveis. O uso de opções químicas e mecânicas apresentam alto custo e restrições técnicas, induzindo a deficiência de micronutrientes no solo inviabilizando-o (MIGUEL et al., 2010). Todas estas ações tem

impacto sobre o solo, podendo ocasionar o esgotamento, portanto sendo necessário adotar novas práticas e tecnologias.

Diante do exposto, o objetivo neste trabalho consistiu em avaliar a germinação de sementes de alface cv. rafaela- americana (*Lactuca sativa* L.) revestidas com medicamentos homeopáticos *Alumina*, submetidas a estresse por alumínio.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das sementes de alface

As sementes utilizadas foram de alface americana, número do lote 0083101610000050, safra 2016, descrição técnica de porcentagem de germinação 99%, pureza 100%, linha Golden da Feltrin e foi adquirida no comércio local.

2.2 Escolha do medicamento

O medicamento *Alumina*, sua preparação base é feita com o óxido de alumínio, correspondendo à primeira lei da homeopatia “*similius similibus curanter*” (semelhante cura semelhante). A escolha do medicamento baseia-se na similitude, devido o uso do alumínio como insumo na intoxicação das sementes terem similitude com o medicamento escolhido.

2.3 Preparação das dinamizações homeopáticas

A homeopatia *Alumina* foi adquirida em estabelecimento idôneo na dinamização 2CH, a partir da qual foram preparadas as demais dinamizações no laboratório M1, do Bloco M na UFRB, de acordo com as instruções contidas na Farmacopéia Homeopática Brasileira Brasil (1997). As dinamizações foram preparadas em frascos com capacidade de 30 mL, preenchidos com 20 mL de água destilada e 0,25 mL de medicamento. As dinamizações preparadas foram 5CH, 6CH e 12CH para *Alumina*. O processo de sucussão foi realizado pelo equipamento dinamizador braço mecânico e na diluição foi usando o veículo água destilada.

2.4 Revestimento de sementes

O processo de revestimento das sementes foi adaptado à metodologia de Bonfim (2011), utilizando um grama de pó para 1,5 mL de adesivo. O insumo utilizado foi talco farmacêutico inerte, cuja composição é $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$, e o adesivo refere-se aos tratamentos das soluções homeopáticas *Alumina* nas dinamizações 5CH, 6CH, 12CH. O medicamento homeopático e a testemunha foram impregnados no talco farmacêutico, com auxílio da placa Petri, água destilada (adesivo) desenvolvendo algo pastoso, o qual foi colocado às sementes a serem revestidas.



Figura 1: Processo de revestimento das sementes de alface. Esquema (A) talco farmacêutico impregnado com o adesivo, (B) sementes de alface revestidas, (C) sementes revestidas colocadas uniformemente na placa de Petri.

Fonte: Arquivo pessoal

2.5 Determinação da dose tóxica de alumínio

A determinação da dose seguiu a metodologia de Bonfim (2011), usando para a toxicidade de alumínio $6,0 \text{ mmol/dm}^3$ de Al^{3+} que equivale a 540 mgL^{-1} de Al^{3+} na forma $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

2.6 Condução do Experimento

A pesquisa foi conduzida no laboratório de Oleicultura e Homeopatia, no bloco M da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campo Cruz das Almas- BA. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições, cada unidade constituída por 50 sementes distribuídas uniformemente.

Os tratamentos constituídos pelos medicamentos *Alumina* na escala centesimal hahnemannianos (CH) nas dinamizações 5CH, 6CH e 12CH e controle com água destilada. A realização do teste de germinação seguiu a metodologia da Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). As sementes revestidas foram colocadas em placas de Petri, com papel germitest umedecidas com 3 mL para a solução de alumínio ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), em seguida lacradas com filme plástico. Logo após, foram colocadas em câmara de germinação tipo B.O.D a 20°C , submetidas a fotoperíodo de 8 horas de luz e 16 de escuro, por sete dias de acordo com as especificações na RAS (BRASIL, 2009).

2.7 Variáveis

As variáveis analisadas foram: Porcentagem de sementes germinadas, índice velocidade de germinação, não germinadas, plântulas normais, plântulas anormais, biomassa fresca da parte aérea, biomassa fresca raiz, biomassa fresca total, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca raiz, biomassa seca total, comprimento total, comprimento da radícula, comprimento da parte aérea. A porcentagem de germinação foi calculada pela fórmula proposta nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) o índice de velocidades de germinação de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962) e o comprimento da parte aérea e radicular com auxílio de régua graduada sendo os resultados expressos em cm.

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

IVG = índice de velocidade de germinação.

G_1, G_2, \dots, G_n = números de sementes germinadas no dia da observação.

N_1, N_2, \dots, N_n = números de dias após a semeadura.

Os dados após tabulados foram submetidos à análise estatística utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na variável índice de velocidade de germinação (Tabela 1), a respostas dos tratamentos foram semelhantes entre si, a *Alumina* 5CH e *Alumina* 12CH diferiram do controle, tendo médias superiores, possuindo potencial fisiológico em sementes de alface quando condicionadas a situação de estresse por alumínio, beneficiando a semente sobre essas condições. O uso das dinamizações de *Natrum muriaticum* na peletização de sementes de tomate favoreceu o desempenho de todas as características avaliadas, diferindo estatisticamente das testemunhas. Em estudo realizado por (MAKOYOSHIKAWA, 2018), os tratamentos Sementes peletizadas/ Talco + *Natrum muriaticum* 3CH, Sementes peletizadas/ Talco + *Natrum muriaticum* 7CH e Sementes peletizadas/ Talco + *Natrum muriaticum* 11CH obtiveram, respectivamente, médias superiores aos demais tratamentos.

Obteve porcentagem de germinação alta dos medicamentos *Alumina* 5CH e 12CH deferindo do controle estatisticamente, porém todos os tratamentos possuem médias altas para a porcentagem de germinação. Os resultados obtidos por Oliveira et al. (2011), na utilização do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* e preparados homeopáticos do mesmo, nas dinamizações homeopáticas 6, 12, 30 e 60CH apresentou efeito de redução da velocidade de germinação das plântulas de feijoeiro.

TRATAMENTOS	IVG	G (%)	NG (%)	PN (%)	PA (%)
Alumina 5CH	16,21 ^a	99,60 ^a	0,40 ^b	97,40 ^a	2,20 ^b
Alumina 6CH	16,14 ^{ab}	98,00 ^{ab}	2,00 ^{ab}	95,60 ^a	2,40 ^b
Alumina 12CH	16,41 ^a	99,20 ^a	0,80 ^b	99,20 ^a	0,90 ^b
Controle	15,30 ^b	95,20 ^b	4,80 ^a	69,20 ^b	26,0 ^a
CV%	2,99	1,83	89,91	5,40	27,01
MÉDIA	16,01	98,00	2,00	90,35	7,65

Tabela 1 - Índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (G%), Não germinadas (NG%), plântulas normais (PN%), plântulas anormais (PA%), em função do medicamento *Alumina* nas dinamizações 5, 6 e 12CH, Cruz das Almas, BA, 2020.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para plântulas normais e anormais (Tabela 1), a *Alumina* 5CH, 6CH e 12CH foi significativamente superior ao controle. O medicamento *Alumina*, proporcionando maior porcentagem de plântulas normais com o menor índice de plântulas anormais. Este resultado aponta o potencial neutralizador da *Alumina* sobre a toxidez pelo alumínio.

O medicamento *Alumina* 6 e 12CH promoveu maior incremento na biomassa fresca da parte aérea não diferindo entre si, no entanto *Alumina* 5, 6, 12CH promoveram maior acúmulo de biomassa, com relação as variáveis biomassa fresca da radícula, biomassa fresca total, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca da radícula e biomassa seca total, comparado ao controle (Tabela 2).

As dinamizações 5, 6, 12CH do medicamento *Alumina* promoveram diferenças significativas em todas as variáveis aumentando a germinação de sementes de alface em condições de estresse por toxidez de alumínio e estimulando o desenvolvimento das plântulas normais. De acordo com Kolisko & Kolisko (1978) dependendo da similitude e da dinâmica entres os medicamentos homeopático e a planta, o efeito pode ser estimulante ou inibitório ou até mesmo não haver efeito no metabolismo dos seres vivos. Rocha et al. (2008), ao utilizar Sulphur, independentemente da potência, observaram desintoxicação efetiva das plantas de milho, quando expostas ao Al³⁺ (150 µM), destacando-se os tratamentos Sulphur 5CH e Sulphur 30CH. De acordo com Felito (2017), constatou que os preparados homeopáticos *Nux vômica*, *Carbo vegetabilis* e *Arcenicum album* nas dinamizações entre 6 e 30CH reduziram os efeitos tóxicos do herbicida contaminado no esterco bovino, não sendo neutralizado totalmente a ação do herbicida no desenvolvimento inicial de plantas de pepineiro.

TRATAMENTOS	BFPA (mg)	BFR (mg)	BFT (mg)	BSPA (mg)	BSR (mg)	BST (mg)
Alumina 5CH	3,78b	3,868 ^a	15,6 a	0,484 ^a	0,296ab	0,82a
Alumina 6CH	8,212a	3,792 ^a	12b	0,448 ^a	0,264b	0,712a
Alumina 12CH	9,072a	4,828 ^a	13,9ab	0,464 ^a	0,356 ^a	0,82a
Controle	4,048b	2,248b	5,5c	0,256b	0,18c	0,376b
CV%	15,51	20,12	16,41	14,35	16,28	9,64
MÉDIA	6,279	3,684	11,786	0,413	0,274	0,682

Tabela 2 - Biomassa fresca parte aérea (BFPA), biomassa fresca radícula (BFR), biomassa fresca total (BFT), biomassa seca parte aérea (BSPA), biomassa seca radícula (BSR), biomassa seca total (BST), em função do medicamento *Alumina* nas dinamizações 5, 6 e 12CH, Cruz das Almas, BA, 2020.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nas variáveis de comprimento total, da radícula e parte aérea (Tabela 3), podem-se observar as médias dos tratamentos *Alumina* 5CH diferiu com relação ao tratamento controle, obtendo eficácia também nas respostas físicas e em função da similitude do medicamento com o quadro de estresse por alumínio.

Portanto Bomfim (2011), observou superioridades nos tratamentos de *Alumina* 6 e 12CH e *Calcarea carbonica* 6 e 12CH em relação ao comprimento total comprovando o efeito dos medicamentos homeopáticos em respostas físicas (estresse por alumínio) e no presente trabalho foi verificado que *Alumina* 5 e 12CH foram eficiência no aumento da taxa germinativa e na 5CH no vigor das plântulas. De acordo com Kolisto & Kolisto (1978), em estudos sobre a resposta das plantas de trigo as dinamizações progressivas e sucessivas 1 até 30 em escala decimal (D), da solução de nitrato de prata, aplicadas periodicamente. Ao testarem essas soluções dinamizadas sobre a germinação de sementes de trigo, obtiveram padrão de resposta em “V”. Com a dinamização 24D causaram estímulo à germinação, a 25D causou abaixo efeito e a 26D novamente estimulou a germinação.

TRATAMENTOS	CT (cm)	CR (cm)	CPA (cm)
Alumina 5CH	5,41 a	3,4 a	2,09 a
Alumina 6CH	4,19 b	2,37b	1,82ab
Alumina 12CH	4,43 ab	2,68 b	1,7 ab
Controle	3,76 b	2,25 b	1,59 b
CV%	11,85	13,64	12,96
MEDIA	4,452	2,675	1,817

Tabela 3 - Comprimento total (CT), comprimento da radícula (CR), comprimento da parte aérea (CPA), em função do medicamento *Alumina* nas dinamizações 5, 6 e 12CH, Cruz das Almas, BA, 2020.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados verificados neste trabalho valida o potencial na dinamização 5CH de *Alumina* em reparar integralmente as possíveis ações de toxidez do alumínio ou de neutralizador do alumínio presente no meio, permitindo o alto potencial germinativo da semente, quanto o vigor das plântulas normais em sementes de alface americana, quando comparado visivelmente no controle.

Pode-se inferir que o processo de revestimento da semente, possa ter auxiliado neste processo preventivo, uma vez que, *Alumina* estava disponível próximo ao tegumento da semente, e por ser uma substância ultra diluída não foi seletiva a passagem pela membrana no processo de embebição. E esta localização, fez com que o processo de embebição da semente, mesmo em meio tóxico, permitiu que a informação da *Alumina* pudesse atingir a ativação do processo fisiológico na germinação causando efeito neutralizador e preventivo ao alumínio presente no meio.

De acordo com Bonamin (2007), a possível explicação do mecanismo de ação da homeopatia ocorre a partir da Teoria dos Corpos Significativos, ou seja, a informação não é capaz de existir sem três elementos essenciais; a matriz da informação, o recebedor e o fator de mediação entre ambos. Assim pode-se inferir que a matriz da informação foram as dinamizações de *Alumina* (presente no revestimento da semente); o recebedor a semente sadia em meio tóxico, e a água no processo de embebição fez o efeito de mediador da informação (*Alumina*) ao ser vivo (semente sadia) e portanto causando efeito neutralizador ou preventivo a toxidez do alumínio, o que não foi observado no controle.

O tratamento Controle (revestimento + água destilada) diferiu em todas as variáveis analisadas, o que já era esperado, uma vez que, o talco é um insumo inerte previsto nas formas farmacêuticas básicas na farmacotécnica. O que confirma em estudos realizados por Bonfim (2011), ao afirmar a ineficácia do talco farmacêutico na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Portanto as sementes revestidas não são beneficiadas, somente com o revestimento sem acrescentar os medicamentos homeopáticos.

4 | CONCLUSÃO

As dinamizações 5 e 12CH de *Alumina* incrementaram o vigor e o potencial germinativo das sementes de alface americana, no entanto, a *Alumina* 5CH atuou com maior eficiência no desenvolvimento das plântulas em condições de toxidez de alumínio.

O método de revestimento das sementes com talco foi eficiente no teste de germinação e inovador na aplicação da homeopatia na área de tecnologia de sementes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. M. C. de; CASALI, V. W. D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade, In: **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.1, p. 49-56. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2011.

ARENALES, M. C.; ARENALES, M. C.; ZERBATO, R.; NEVES, J.; BONTURI, S. R.; RIBEIRO, C. C.; POPTIZ, M.F. Desenvolvimento do rabanete *Raphanus sativus* L. submetido a diferentes pulverizações com soluções homeopáticas. **Thesis**, São Paulo, v. 3, p. 92-102, 2005.

BONAMIN, L. V. Dados Experimentais que fundamentam teorias interpretativas sobre ultradiluições e tributo a Madaleine Bastide. **Cultura Homeopática**, São Paulo, v. 6, n. 21, p. 29-35, 2007.

BONFIM, F. P. G. **Altas diluições em vegetais submetidas a estresse: por alumínio, salino e hídrico**. 2011. 54 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: 2009, 398p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-17-de-18-de-junho-de-2014.pdf>. Acesso em: 18 out. 2020.

FELITO, R. A. **Potencial neutralizador de preparados homeopáticos em sementes de pepino e esterco bovino contaminados por herbicida auxínico**. 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos), Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta-MT, 2017.

FERREIRA, D. F.; **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Lavras; UFLA, 2003.

FREITAS, L. B.; FERNADES, D. M.; MAIA, C. M. Interação silício e alumínio em plantas de arroz de terras altas cultivada sem solo alumínico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p.507-515, 2012.

KAVIRAJ, D. V. Homeopathy for Farm and Garden: The Homeopathic Treatment of Plants. Narayana Verlag, 2015.

KIKUTI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.1, p.44-50, 2012.

KOLISKO & KOLISKO, L. **Agriculture of tomorrow**, (s/1) 1978, p. 55-90.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.

MAKOYOSHIKAWA, A.; BONFIM, F. P. G.; LIN CHAU MING, L. C. **Plantando sonhos: experiências em agroecologia no estado de São Paulo** In: MING, L. C.; VAL, M. F.; FRANCO, N. S.; CARMO, M. S. MOREIRA, M. S. Feira de Santana: Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, 2018, p.71-76.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MIGUEL, P. S. B.; GOMES, M. F. T.; ROCHA, W. S. D. da; MARTINS, C. E.; CARVALHO, C. A. de; OLIVEIRA, A. V. de. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **Centro de Ensino Superior Revista**, v. 24. Juiz de Fora, 2010.

OLIVEIRA, J. B. EL AL.; MAIA, A. J.; ESTRADA, K. R. S.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; BONATO, C. M. Germinação de sementes de feijão submetidas a preparos homeopáticos de *Eucalypto citriodora*. **VII Encontro Internacional de Produção Científica**, 2011.

PINHEIRO, Régis de Araujo et al . **Efeito de preparados homeopáticos no vigor de sementes e desenvolvimento de plântulas de feijão**. Rev. de Ciências Agrárias, Lisboa , v. 42, n. 2, p. 81-90, jun. 2019 . Disponível em <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2019000200009&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 07 nov. 2020. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA.15209>.

ROCHA, M.; MORETTI, M. R.; BONATO, C. M. **Efeito de diferentes dinamizações homeopáticas de Sulphur no comprimento da raiz principal de plântulas de milho (*Zea mays*) sob estresse por alumínio**. In: XI Encontro Anual de Iniciação Científica, Maringá. 2008.

SILVA, E.; FERREIRA, E. A.; FERREIRA, M. R. Desempenho da alfaca americana sob a aplicação de adubos químico e orgânico. **Ciência ET Praxis**, [S.l.], v. 9, n. 18, p. 21-24, nov. 2017.

TICHAVISKY, R. **Homeopatia para las plantas**. Monterrey: Comenius Centro Universitario, Nuevo Leon. Mexico, 236 p. 2009.

ZARATE, Néstor Antonio Heredia et al . **Produção agroeconômica de três variedades de alfaca: cultivo com e sem amontoa**. Rev. Ciênc. Agron., Fortaleza , v. 41, n. 4, p. 646-653, Dec. 2010 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902010000400019&lng=en&nrm=iso>. access on 07 Nov. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400019>.

ZHENG, S.J. Crop production on acidic soils: overcoming aluminium toxicity and phosphorus deficiency. **Annals of Botany**, v.106, p.183–184, 2010.

QUANTIFICAÇÃO DE MANITOL COMO NUTRIENTE DE COGUMELOS SELVAGENS COMESTÍVEIS DESIDRATADOS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Ariana de la Cruz Hernández

Laboratorio de Biotecnología Microbiana Ambiental. Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas. Universidad Autónoma del Estado de México. Carr. Toluca-Atzacmulco, Estado de México.

Moisés Tejocote-Pérez

Laboratorio de Biotecnología Microbiana Ambiental. Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas. Universidad Autónoma del Estado de México. Carr. Toluca-Atzacmulco, Toluca, Estado de México.

Ana Elisa Alcántara-Valladolid

Laboratorio de Calidad del Agua. Instituto de Interamericano en Tecnología y Ciencias del Agua. Universidad Autónoma del Estado de México. Carr. Toluca-Atzacmulco, Toluca, Estado de México.

José Adrián Silis-Cano

Laboratorio de Química Ambiental. Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMéx.-UNAM. Universidad Autónoma del Estado de México. Carr. Toluca-Atzacmulco, Toluca, Estado de México.

Carlos Eduardo Barrera-Díaz

Laboratorio de Química Ambiental. Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMéx.-UNAM. Universidad Autónoma del Estado de México. Carr. Toluca-Atzacmulco, Toluca, Estado de México.

RESUMO: Os cogumelos silvestres comestíveis (HSC) são recursos naturais muito procurados nos mercados, fornecem diversos nutrientes e propriedades químicas, além do manitol, que regula o estresse oxidativo e atua como um fraco vasodilatador renal, hipertensão, consumido por diabéticos e utilizado após cirurgias cerebrais. Nesta investigação, a concentração de manitol foi quantificada em 20 espécies de HSC do Estado do México. Os resultados obtidos mostram que a família Russulaceae é a que apresenta as maiores concentrações de manitol, enquanto a Lycoperadaceae apresenta as menores.

PALAVRAS-CHAVE: Manitol, nutriente, cogumelos, selvagem, desidratado.

QUANTIFICATION OF MANNITOL AS A NUTRIENT FOR DEHYDRATED WILD EDIBLE MUSHROOMS

ABSTRACT: Edible wild mushrooms (HSC) are natural resources that are in great demand in the markets, provide many nutrients and chemical properties, as well as mannitol, which regulates oxidative stress and acts as a weak renal vasodilator, hypertension, consumed by diabetics and used after brain surgeries. In this investigation, the mannitol concentration was quantified in 20 species of HSC from the State of Mexico. The results obtained show that the Russulaceae family is the one with the highest concentrations of mannitol, while the Lycoperadaceae has the lowest levels.

KEYWORDS: Mannitol, nutrient, mushrooms, wild, dehydrated.

1 | MANITOL

O manitol (Fig. 1) tem peso molecular 182,1718 (KEGG DRUG, 2016), é um álcool que surge da redução da manose, considerado um dos metabólitos mais abundantes na natureza, por ser presente em muitos organismos (Lewis e Smith, 1967; Stoop, et al., 1996). É conhecido como D-Manitol, açúcar maná, 1,2,3,4,5,6-Hexanehexol, Isitol, Manicol e Maniton S (Wishart et al., 2007; 2009; 2013).

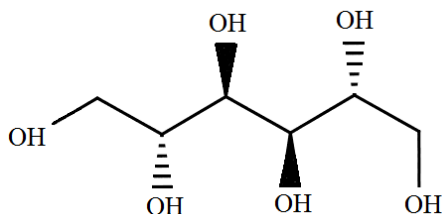


Figura 1. Forma química do manitol

Está presente em vários grupos de seres vivos, como bactérias (Abcam descubra mais, 2013; SIGMA-ALDRICH, 2015) e plantas, onde um nível considerável foi detectado na maioria dos membros da família Oleaceae (Oddo et al., 2002). Em humanos, não é sintetizado, mas sua administração traz benefícios para a saúde, como aumento da osmolaridade do plasma sanguíneo, aumentando o fluxo de água no cérebro, líquido cefalorraquidiano e líquido intersticial; É um diurético eficaz na insuficiência renal irreversível, inibindo a reabsorção de sódio, cloreto e outros solutos e eliminando substâncias tóxicas pela urina, evitando a nefrotoxicidade. Também é usado como antiglaucoma, aumentando o fluxo plasmático e reduzindo a pressão intraocular (DrugBank, 2016). Ele atua contra a malária cerebral em crianças quando combinado com quinino (Okoromach et al., 2011). Mas seu uso principal e mais conhecido é como adoçante em alimentos para diabéticos (Panchal et al., 2014). Graças a esses benefícios, pode ser encontrado comercialmente em diferentes doses.

2 | IMPORTÂNCIA COMESTÍVEL DOS COGUMELOS NO MÉXICO

O conhecimento tradicional dos cogumelos no México originou-se nos tempos pré-colombianos; e sobrevive até hoje graças aos grupos étnicos que usam aproximadamente 2.000 variedades de cogumelos selvagens (Mariaca et al., 2000; Ruan-Soto et al., 2004; Ruan-Soto et al., 2009). Graças à etnomicologia, conhecemos a interação entre humanos e fungos desde a antiguidade, sobrevivendo como testemunhas de figuras de pedra, códices e crônicas da época pré-hispânica em diferentes populações do México (Ruan-Soto e Ordaz-Velázquez, 2015).

Os cogumelos selvagens são considerados na dieta humana e de outros animais como alimentos complementares, cuja demanda tem aumentado nos últimos anos (Guillén e Baeza, 2014), aumentando também o interesse em incluí-los na dieta (Balasundram et al., 2006) por seus benefícios como antialérgicos, cardioprotetores, antiinflamatórios, antimicrobianos e antioxidantes, considerando-os como objetos experimentais para o tratamento do câncer (Gutiérrez et al., 2000; Middleton et al., 2000; Puupponen-Pimiä et al., 2001 ; Manach et al., 2005).

No Estado do México, há um registro de 65 espécies de cogumelos silvestres comestíveis. O Vale do México é a área de maior consumo, onde durante o período de junho a dezembro as famílias comem cogumelos duas ou mais vezes por semana, vendendo parte da colheita nas feiras mais próximas.

3 | MANITOL EM COGUMELOS

O manitol é um metabólito presente em fungos, possui extensas propriedades terapêuticas, sendo um precursor de vias bioquímicas celulares (Manzi et al., 2001; Ouzouni et al., 2009), e embora não existam estudos aprofundados a esse respeito, sabe-se que isso O poliol está ligado a algumas reações oxidativas (Patel e Williamson, 2016), cumpre as funções de tolerância ao estresse e armazenamento de energia (Hult et al., 1980), no caso do *Agaricus bisporus* atua como uma reserva de carbono acumulada (Feofilova et al. al., 2004), para *Stagonospora nodorum* é essencial na formação de seus carpóforos (Solomon et al., 2007), em *Aspergillus niger* atua como um protetor de esporos em condições adversas como estresse oxidativo, frio, seca (Ruijter et al. , 2003) e no que diz respeito aos fungos micorrízicos, permite a assimilação de carboidratos de origem vegetal (Martin et al., 1998; Ceccaroli et al., 2003).

As investigações realizadas em fungos, no que diz respeito ao manitol, foram realizadas em vários grupos, deuteromicetos, ascomicetos e basidiomicetos, sendo a concentração deste poliol na maioria desconhecida. No caso dos basidiomicetos, a maioria das análises foi realizada em fungos comestíveis (Solomon et al., 2007).

4 | OBJETIVO

Quantificar as concentrações de manitol no tecido seco de diferentes espécies de fungos comestíveis pertencentes às florestas temperadas do Estado do México.

5 | DESENVOLVIMENTO

22 espécies de fungos foram coletadas no Estado do México, identificadas macroscopicamente por características taxonômicas (Arora, 1986; Gerhardt et al., 2000). Os corpos-de-prova foram submetidos à desidratação em câmara de secagem por 12-18

horas dependendo da quantidade de água que possuíam, aplicando-se o método avançado de termodeidratação de Tejocote-Pérez (2019).

6 | EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO

Considerando os procedimentos de Reis et al., (2013a) e Reis et al., (2013b), uma técnica de extração em micro-escala baseada em solventes orgânicos foi criada para o manitol em corpos de frutificação de fungos previamente desidratados, para os quais cada espécie separadamente usando um almofariz com pistilo, e foi submetido a uma digestão alcoólica pesando um grama de tecido adicionando 3 a 4 mL de álcool a 80% dependendo de quão fibroso parecia o concentrado, foi perfeitamente misturado e agitado a cada 30 minutos deixando o seguinte descansar.

7 | EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO

Considerando os procedimentos de Reis et al., (2013a) e Reis et al., (2013b), foi criada uma técnica de extração em microescala baseada em solventes orgânicos para o manitol em corpos de frutificação de fungos previamente desidratados, para os quais cada espécie separadamente usando um almofariz com pistilo, e foi submetido a uma digestão alcoólica pesando um grama de tecido adicionando 3 a 4 mL de álcool a 80% dependendo de quão fibroso parecia o concentrado, foi perfeitamente misturado e agitado a cada 30 minutos deixando os próximos 30 descansarem por uma hora e meia. Após esse período, as amostras foram colocadas em um evaporador rotativo até atingirem o ponto de ebulição por 5 minutos e imediatamente lavadas três vezes, filtradas com whatman nº 4 e 5 mL de éter etílico consecutivamente. Foi feito até 10 mL com água destilada e diluição 1:10 também com água destilada para leitura de cada amostra em triplicata em espectrofotômetro UV-visível com absorvância de 450 nm de acordo com o Kit de Ensaio (Abcam, 2013; SIGMA-ALDRICH, 2015) para Manitol. Os resultados obtidos foram avaliados em uma curva de calibração para obtenção da concentração em mg / g. Esta curva de calibração foi feita diluindo 10 concentrações diferentes de frutose grau reagente (0,05, 0,1, 0,15... 0,5 g) em 1 mL de água destilada, lendo a 450 nm também em triplicado. Os resultados obtidos para as espécies relatadas foram comparados com a compilação feita por Kalak (2016) em fungos da Europa.

As espécies foram agrupadas por família comparando as concentrações de cada uma e por fim foi feito um gráfico de comparação dos resultados obtidos experimentalmente com os encontrados na literatura para as espécies que tiveram estudos anteriores.

8 | RESULTADOS

As 20 espécies mais representativas para o Estado do México foram escolhidas com base em sua frequência de demanda de consumo, as duas espécies mais cultivadas no país foram adicionadas como *Pleurotus ostreatus* e *Agaricus bisporus* controles.

9 | FAMÍLIA MAIS FREQUENTE

Na figura 3 encontram-se amostras exemplares da família Russulaceae que apresentou a maior concentração de manitol nas caracterizações químicas realizadas.

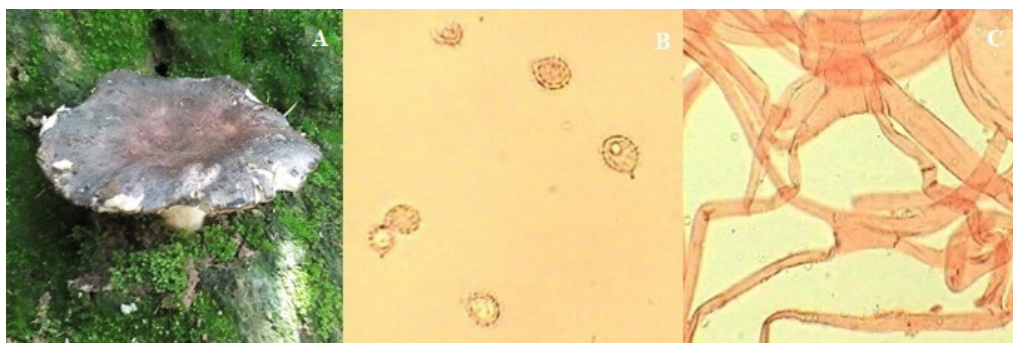


Figura 3. *Russula olivacea* A) Carpóforo com Pi. Plano-convexo, coloração que varia entre o castanho e o púrpura e o contexto branco como o Est. Que é glabro, sem véu, com o L. aderido, que se vai separando à medida que amadurece apresentando o branco nas fases jovens e creme amarelado quando maduro, Ctx. Branco. B) sp. Subglobose-obovóide com ornamentações verrucosas não reticuladas em média $8,2 \times 5 \mu$. C) Olá. septado $4,8 \mu$ de largura.

10 | CONCENTRAÇÃO DE MANITOL

Espécies de cogumelos selvagens e cultivadas mostraram diferentes concentrações de manitol em seu tecido seco. *Russula olivacea* apresentou a maior concentração e *Lycoperdon perlatum*, a menor (Tabela 1).

ESPÉCIE	CONCENTRAÇÃO (mg/g)
<i>Russula olivacea</i>	377.58
<i>Russula sanguinea</i>	257.34
<i>Russula brevipes</i>	182.95
<i>Lactarius scrobiculatus</i>	100.26
<i>Lactarius salmonicolor</i>	204.09
<i>Amanita aff. caesarea</i>	279.83
<i>Amanita rubescens</i>	102.95

<i>Agaricus campestris</i>	210.51
<i>Ramaria formosa</i>	79.15
<i>Gomphus floccosus</i>	115.14
<i>Boletus edulis</i>	83.92
<i>Cantharellus cibarius</i>	75.8
<i>Morchella aff. elata</i>	168.31
<i>Morchella aff. conica</i>	136.85
<i>Lycoperdon perlatum</i>	65.39
<i>Clavariadelphus truncatus</i>	77.09
<i>Helvella crispa</i>	126.12
<i>Helvella lacunosa</i>	98.56
<i>Gyromitra infula</i>	261.24
<i>Clitocybe nebularis</i>	134.17
1T MAX <i>Pleurotus ostreatus</i>	326.36
1T MIN <i>Agaricus bisporus</i>	54.65

Tabela 1. Concentrações de manitol por g de tecido fúngico seco mg/g.

As espécies foram agrupadas por família, com o intuito de ver quem apresentava os maiores níveis de manitol. De acordo com a semelhança de sabores, os habitantes costumam agrupá-los para cozinhá-los, como no caso das Amanitaceae, Russulaceae e Agaricaceae (Fig. 2).

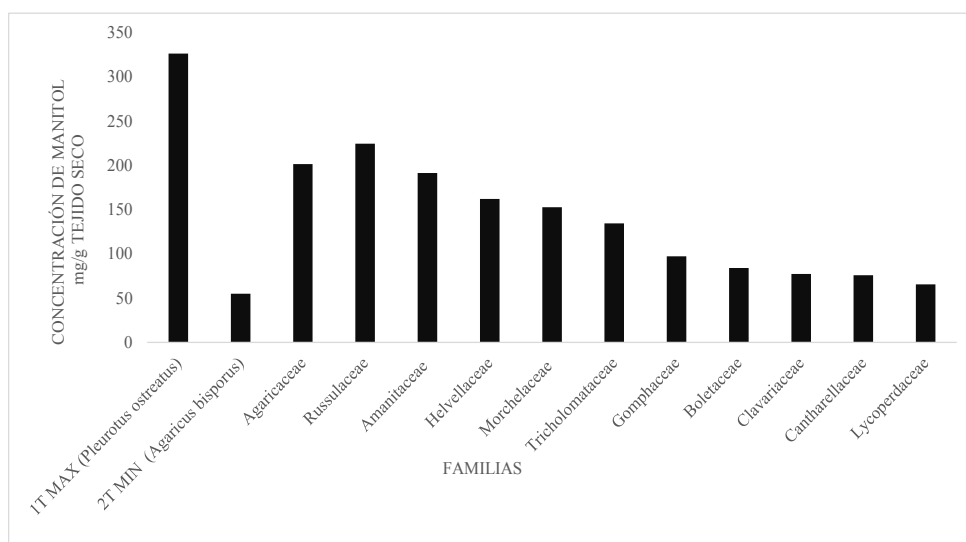


Figura 2. Comparação das concentrações de manitol por família onde Russulaceae apresentou as maiores concentrações e Lycoperdaceae as menores.

Ao fazer uma comparação entre os resultados obtidos e os relatados anteriormente em espécies europeias, onde apenas a espécie 1 T MIN *Agaricus bisporus* apresenta concentrações semelhantes. Pode-se observar também que *Agaricus campestris*, *Boletus edulis* e *Pleurotus ostreatus* apresentam concentrações diferentes e em *Cantharellus cibarius* as concentrações variam apesar de a análise ter sido realizada pelo mesmo autor (Tabela 2).

ESPÉCIE	CONCENTRAÇÃO DO MANITOL (mg/g)	COMPARAÇÃO (mg/g)	REFERÊNCIA
<i>Agaricus campestris</i>	210.51	169 55.90	PEREIRA ET AL., 2012 GLAMOČLIJA ET AL., 2015
<i>Amanita aff. cesarea</i>	179.83	3	FERNANDES ET AL., 2015C
<i>Boletus edulis</i>	83.92	34.60 24.50 11.30 1.50	BARROS ET AL., 2008B HELENO ET AL., 2011 FERNANDES ET AL., 2013B FERNANDES ET AL., 2014B
<i>Cantarellus cibarius</i>	75.8	139 83.30	BARROS ET AL., 2008A BARROS ET AL., 2008B
<i>Lycoperdon perlatum</i>	65.39	0.20	BARROS ET AL., 2008A
<i>Russula olivacea</i>	377.58	153	GRANGEIA ET AL., 2011
<i>Agaricus bisporus</i>	54.65	56	REIS ET AL., 2012
<i>Pleurotus ostreatus</i>	326.36	3.60 No reportado 5.40 8.70	YANG ET AL., 2001 KIM ET AL., 2009 REIS ET AL., 2012 OBODAI ET AL., 2014

Tabela 2. Comparação de espécies mexicanas e relatórios anteriores de espécies europeias.

11 | CONCLUSÕES

A desidratação dos carpóforos permite o armazenamento e preservação dos espécimes e das concentrações de manitol em seus tecidos.

A espécie que apresentou as maiores concentrações de manitol foi *Russula olivacea* e as menores foram *Lycoperdon perlatum*, ambas as espécies apresentam diferenças no consumo.

A família com maior concentração de manitol foi a Russulaceae, que representa uma importante fonte de nutrientes e antioxidantes com propriedades terapêuticas para seus consumidores no Estado do México.

REFERÊNCIAS

Alexopoulos C.J., Mims C.W., Blackwell M. (1996). *Introductory Mycology*. 4 ed. Ed. John Wiley & Sons, Inc. USA. pp 2, 26-28.

Andrade G. R. H., Mata G., Sánchez J. E. (2012). Hongos comestibles y Medicinales en Iberoamérica. La producción iberoamericana de hongos comestibles en el contexto internacional. ECOSUR. pp 9.

Arora D. (1986). *Mushrooms Demystified*. 2ª ed. Ten Speed Press Berkeley, China. pp 103, 129, 293, 310, 488, 658, 784, 796.

Barros L., Baptista P., Correia D. M., Morais J. S., Ferreira I. C. E. R., (2007). Effects of conservation treatment and cooking on the chemical composition and antioxidant activity of Portuguese wild edible mushrooms. *J. Agric. Food Chem.* 55 (12). pp 4781-4788.

Beluhan S., y Ranogajec A. (2011). Chemical composition and non-volatile components of 397 Croatian wild edible mushrooms. *Food Chemistry.* 124 (3). pp 1076–1082.

Biovision. D-Mannitol Colorimetric Assay Kit. Disponible en Internet en: <http://www.biovision.com/d-mannitol-colorimetric-assay-kit-5902.html>. Consultado 20 Enero 2016.

DrunkBank. (2016). Mannitol. Disponible en internet en: <http://www.drugbank.ca/drugs/DB00742> Consultado 18 Agosto 2016.

Garibay-Orijel R. y Ruan-Soto F. (2014). Listado de los hongos silvestres consumidos como alimento tradicional en México, A. Moreno-Fuentes y R. Garibay-Orijel (eds.), *La etnomicología en México: estado del arte*, Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural-

Garibay-Orijel R., Caballero J., Estrada-Torres A., Cifuentes J. (2006). People using macrofungal diversity in Oaxaca, México. *México. Fungal Diversity.* (21). pp 41-67.

Griffin J. L. and Vidal-Puig A. (2008). Current challenges in metabolomics for diabetes research: a vital functional genomic tool or just a ploy for gaining funding? *Physiol. Genomics.* 34 (1). pp 1–5.

Guillén J. and Baeza A. (2014). Radioactivity in mushrooms: A health hazard? *Food Chemistry.* Vol 154. pp 14-25.

Guzmán G. (1984). El uso de los hongos en Mesoamérica. México, DF, México. *Ciencia y Desarrollo* 59. Pp 17-27.

Guzmán G. (1994). Los hongos y líquenes en la medicina tradicional mexicana. *Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana.* Instituto Nacional Indigenista. México. 3 pp 1427-1487.

Guzmán G. (1998). Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México. *La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana.* CYTED-D/Instituto de Ecología/Secretaría de Desarrollo Social. Xalapa, Veracruz, México. 2 p. 111-175.

Guzmán G., Mata G., Salmones D., Soto-Velazo C., Guzmán-Davalos L. (2008). El cultivo de los hongos comestibles con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales. Instituto Politécnico Nacional. pp 47, 63-66, 75-81, 91-93.

Hawksworth D. L. (2001). The magnitude fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. Herrera T. y Guzmán G. (1961). Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. *An. Inst. Biol. UNAM* 32. Pp 33-135.

Herrera T. y Ulloa M. (1998). El reino de los hongos: micología básica y aplicada. 2 ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp 21-23

Lindequist U., Niedermeyer T.H.J., Jülich W. D. (2005). The pharmacological potential of mushrooms. eCAM. 2 (3). pp 285-299.

Liu Y. T., Sun J., Luo Z. Y., Rao S. Q., Su, Y. J., Xu R. R. and Yang Y. J. (2012). Chemical composition of five wild edible mushrooms collected from Southwest China and their antihyperglycemic and antioxidant activity. Food and Chemical Toxicology 50 (5). pp 1238–1244.

Manzi, P., Aguzzi, A., Pizzoferrato L. (2001). Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. Food Chem. 73 (3). pp 321–325.

Mariaca M. R., Pérez L. C. S., Castañón M. C. A. (2000). Proceso de recolección y comercialización de hongos comestibles silvestres en el Valle de Toluca, México. Ciencia Ergo Sum. 8 (1). pp 30-40.

Martínez-Carrera D., Morales P., Sobal M., Bonilla M., Martínez W. (2007). México ante la globalización en el siglo XXI: El sistema de producción consumo de los hongos comestibles. In J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata, & H. Leal (Eds.), *El cultivo de setas Pleurotus spp. en México*. México: ECOSUR-CONACYT. pp 1-20

Martínez-Carrera D., Soval M., Aguilar A., Navarro M., Bonilla M., Larqué-Saavedra A. (1998). Canning technology as an alternative for management and conservation of wild edible mushrooms in Mexico. Micología Neotropical Aplicada (11). pp 35-51.

Middleton E., Kandaswami C., Theoharides T.C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. Pharmacol. (52). pp 673–751.

Montoya A., Hernández-Totomoch O., Estrada- Torres A., Kong A. (2000). Recetas Tradicionales para Cocinar Hongos Silvestres. Folleto Técnico (20). Fundación Produce Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala A.C. México. pp18.

Montoya A., Hernández-Totomoch O., Estrada-Torres A., Kong A., Caballero J., (2003). Traditional knowledge about mushrooms in a Nahua community in the state of Tlaxcala, Mexico. Mycologia 95(5). pp 793-806.

Morton N., Hammond J.B.W. and Dickerson A.G. (1985) The *Agaricus bisporus* mannitol pathway during sporophore growth. Transactions of the British Mycological Society. 85 (4). pp 671–675.

Nordström A., O'Maille G., Qin C., Siuzdak G. (2006). Nonlinear data alignment for UPLC-MS and HPLC-MS based metabolomics: quantitative analysis of endogenous and exogenous metabolites in human serum. Anal. Chem. 78 (10). pp 3289–95.

Patel T. K. y Williamson D. (2016). Mannitol in Plants, Fungi, and Plant–Fungal Interactions. Trends in Plant Science. 20. USA. pp 1-12.

Pegler D.N.; Laessoe T.; Spooner B. (1995). British puffballs, earthstars and stinkhorns. pp 1-255.

Poucheret P., Fons, F., Rapior S. (2006). Biological and pharmacological activity of higher fungi: 20-Year retrospective analysis. Mycologie. 27 (4). pp 311-333.

- Reis F.S., Ćirić A., Stojković D., Barros L., Ljaljević-Grbić M., Soković M. and Ferreira F. R. (2013b). Effects of different culture conditions on biological potential and metabolites production in three *Penicillium* isolates. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 21 (2). pp 253-262.
- Ruan-Soto. F. y Ordaz-Velázquez M. (2015). Aproximaciones a la Etnomicología Maya. *Pueblos y fronteras*. 10 (20). pp 44-69.
- Ruiz H. J. (2001). El Asombroso reino de los hongos. *Avance y perspectiva*. 20. pp 275-281.
- Samuelsson L. M. and Larsson D. G. (2008). Contributions from metabolomics to fish research. *Mol Biosyst*. 4 (10). pp 974-9.
- SIGMA-ALDRICH. (2015). D-Mannitol Colorimetric Assay Kit. *Tecghnical Bulletin*. USA. Solomon P. S., Waters O. D. C., Oliver R. P. (2007). Decoding the mannitol enigma in filamentous fungi. *Trends Microbiol*. (15) 6. pp 257-262.
- Tejocote-Pérez (2019). Desecador vertical para materia organica, método de termodeshidratación avanzada. Patente registrada: Mx/u/2016/000294. IMPI. México.
- Villarreal L. and Gómez A. (1997). Inventory and monitoring wild edible mushrooms in Mexico: challenge and opportunity for sustainable development. En Palm ME, Chapela IH (Eds.) *Mycology in Sustainable Development: Expanding Concepts, Vanishing Borders*. EEUU. pp 99-109.
- Wasson V. P. y Wasson R. G. (1957). *Mushrooms, Russia and history*. 2. Nueva York. Pantheon Books.
- Wood M. (2016) *Mykoweb Mushrooms, fungi, mycology*. Disponible en internet: <http://www.mykoweb.com/EdibleMushrooms/index.html> Consultado 08 Enero 2016.
- Yahaya N. F. M., Rahman M. A., Abdullah N., (2014). Therapeutic potential of mushrooms in preventing and ameliorating hypertension. *Trends in Food Science & Technology*. 39 (2). pp 1-12
- Zhang J. J., Li Y., Zhou T., Xu D. P., Zhang P., Li S. Li H. B. (2016). Bioactivities and Health Benefits of Mushrooms Mainly from China. *Molecules*. 21 (7). pp 921-938.

ALELOPATIA: CONSIDERAÇÕES GENÉTICAS, QUÍMICAS E FISIOLÓGICAS

Data de aceite: 01/02/2021

Data da submissão: 04/11/2020

Luiz Augusto Salles das Neves

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Departamento de Biologia
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4786003H3>

Kelen Haygert Lencina

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Rurais
Departamento de Agricultura, Biodiversidade e
Florestas
Curitiba – Santa Catarina
<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4421984A0>

Raquel Stefanello

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Departamento de Biologia
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4771756Z3>

Renata Avínio

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0216989152895940>

RESUMO: A presente revisão apresenta as pesquisas sobre os aspectos genético, químico e fisiológico da alelopatia. A alelopatia é considerada uma sub área da Fisiologia Vegetal e mostra como o meio ambiente pode ser conservado com o uso de plantas para o controle de plantas daninhas. O primeiro aspecto trata da situação das descobertas genético-moleculares dos produtos do metabolismo secundário das plantas, enquanto que no segundo aspecto estão descritos os compostos já isolados e identificados, usando as técnicas de Laboratório de Química Orgânica objetivando obter produtos que poderão servir como herbicidas no controle de infestantes nas lavouras. Por fim, o aspecto fisiológico descreve a ação que os já considerados aleloquímicos possuem sobre a fisiologia das plantas-alvo.

PALAVRAS-CHAVE: Alelopatia, Genética, Química Orgânica, Fisiologia Vegetal.

ALLELOPATHY: GENETICS, CHEMICALS AND PHYSIOLOGICS CONSIDERATIONS

ABSTRACT: This review shows research on the genetic, chemical and physiological aspects of allelopathy. Allelopathy is considered a sub-area of Plant Physiology and shows how the environment can be conserved with the use of plants for the control of weeds. The first aspect deals with the situation of the genetic-molecular discoveries of the products of the secondary metabolism of plants, while that in the second aspect are described the compounds already isolated and identified, using the Organic Chemistry Laboratory techniques aiming to obtain products that can serve as herbicides in

the control of weeds in the crops. Finally, the physiological aspect describes the action that those already considered allelochemicals have on the physiology of target plants.

KEYWORDS: Allelopathy, Genetics, Organic Chemical, Plant Physiology.

1 | INTRODUÇÃO

Somente as plantas são ricas em metabólitos secundários haja vista a necessidade de proteção que têm. Atualmente estudos concluíram a catalogação de mais de 200.000 produtos secundários, chamados produtos naturais (DIXON e STRACK, 2003). Relatam que cerca de 25% dos genes codificam enzimas do metabolismo secundário em plantas de arroz, e que, entre o arroz e *Arabidopsis* juntas, já foram determinados 450 citocromos P450s; 25 O-metiltransferases; 45 terpenos sintetases; 130 2-oxoglutarato dependente de dioxigenase e 100 glicosiltransferases, apesar de que a grande maioria desses não apresenta função descrita. Nesse momento em que esta revisão está sendo escrita provavelmente alguns desses já tiveram suas funções determinadas e outros tantos genes foram determinados e que pertencem ao metabolismo secundário das plantas.

O metabolismo secundário das plantas refere-se à produção de compostos químicos que não estão envolvidos diretamente no crescimento dos vegetais, mas estão ligados à defesa contra microrganismos e insetos (LIU e LOVETT, 1993; TAIZ e ZIEGER, 2004). Andrade (2003) cita que os metabólitos secundários são encontrados em determinados grupos de plantas, em concentrações bem mais baixas que os compostos do metabolismo primário. As atividades biológicas das substâncias ativas extraídas das plantas estão geralmente relacionadas aos compostos do metabolismo secundário (POSER e MENTZ, 2001).

O conceito mais antigo (WHITTAKER e FEENY, 1971) revela que o metabolismo secundário ocorre esporadicamente. Esse conceito é reforçado por LIU e LOVETT (1993) quando relatam que, em cevada, dois compostos, gramina e hordenina ocorrem em fases diferenciadas de cevada. Enquanto o primeiro está nas folhas primárias das plântulas, atingindo cerca de 8 mg g⁻¹ de peso seco até o 12º dia, para após decrescer, o segundo encontra-se nas raízes apenas, mesmo que nos primeiros dias de germinação das sementes.

Entretanto há compostos que são encontrados em toda a planta, porém em diferentes concentrações, assim como em espécies diferentes. No primeiro caso Wu et al. (2000) descreveram que compostos como os ácidos *p-hidroxibenzoic*¹, *cis-p-cumaric* e *cis ferúlic* encontram-se em maior quantidade nas raízes do que nas folhas de trigo embora variem entre cultivares. Esses autores analisaram tais compostos pela técnica de cromatografia de coluna associada à espectrometria de massa. No segundo caso, vê-se que óleos essenciais podem estar presentes em todas as células, nos oleossomos.

1. Os nomes dos compostos serão usados conforme a grafia que se encontram nos artigos revisados para que não ocorram erros em sua tradução.

Atualmente o metabolismo secundário das plantas tem sido alvo da pesquisa em vários campos, entre eles está a Genética, a Química Orgânica associada a produtos naturais e, naturalmente, a Fisiologia Vegetal. São nesses campos que a presente revisão irá se deter com a finalidade de discutir as descobertas recentemente realizadas.

2 | O CONCEITO DE ALELOPATIA

O conceito de alelopatia vem ao longo do tempo sofrendo modificações temáticas dada às áreas que aos poucos vão acrescentando dados importantes. Whittaker e Feeny (1971) conceituam-na de forma bem ampla relatando as várias interações de ataque, defesa e resposta comportamental de plantas e microrganismos envolvendo interações não físicas, mas químicas. Os agentes químicos são liberados no ambiente promovendo alterações nas plantas e nos microrganismos, tornam-se objeto de estudo da Química Ecológica.

Seigler (1996) conceitua alelopatia como produto de moléculas bioativas que são liberadas por organismos vivos no meio ambiente causando efeitos diretos e indiretos no crescimento e desenvolvimento dos indivíduos da mesma ou de outras espécies.

O comum nesses conceitos é que deve haver liberação de componentes químicos e que sejam ativos para se caracterizar como alelopatia. Entretanto, enquanto o primeiro conceito refere-se a ataque e defesa de um organismo sobre outro, o segundo faz menção a autotoxicidade quando se refere que pode haver efeito sobre organismos da mesma espécie.

De Feo et al. (2002) especificam mais um pouco a questão da alelopatia, referindo-se a componentes que possam causar inibição e/ou estímulo na germinação e desenvolvimento de outras plantas, além de citar, no caso de *Ruta graveolens*, onde componentes aromáticos voláteis podem ser considerados potencialmente alelopáticos. Nessa mesma linha de pensamento está Kobaisy et al. (2002) relatando efeitos fitotóxicos de constituintes voláteis de *Callicarpa japonica*. Ambos os artigos referem-se a definição de qual (is) componente(s) pode (m) causar o efeito alelopático. Ambos os autores citam que os componentes foram determinados pela técnica de cromatografia gasosa associada a espectrometria de massa (GC-MS).

Mais uma vez percebe-se que há o traço comum entre as conceituações e esta última no que tange a liberação de componentes. Porém esse último já acrescenta a capacidade de estímulo, enquanto os demais citam apenas modificações comportamentais das plantas. Além disso, esses últimos descrevem as substâncias químicas que causam o efeito alelopático e que foram determinadas por técnicas de laboratório de Química Orgânica.

Dessa forma, vê-se que ciências como Botânica, Fisiologia Vegetal, Química Orgânica, vão se agregando para definir cada vez mais a grande área da alelopatia. Apesar

de não conceituar diretamente a alelopatia acrescenta-se a esse grupo a Genética e a Biologia Molecular para estudar os genes que determinam os componentes potencialmente alelopáticos e as suas composições nucleotídicas.

3 I CONSIDERAÇÕES GENÉTICAS DOS COMPOSTOS ALELOPÁTICOS

A alelopatia tem sido considerada como uma das formas ecologicamente viáveis de controle de ervas daninhas apesar de seu uso não ter saído, ainda, das bancadas de laboratório. Mesmo no laboratório há necessidade de se estabelecer protocolos capazes de uniformizar a pesquisa no que diz respeito a bioensaios.

Juntamente com isso esforços da Biologia Molecular estão sendo usados com a finalidade de descobrir efetivamente se a alelopatia possui controle genético-molecular nas culturas principais.

Sobre esse último aspecto a pesquisa tem-se concentrado nos estudos de controle genético do efeito alelopático de variedades de arroz, no Oriente, no controle de ervas daninhas como *Heteranthera limosa* e *Echinochloa crus-galli*.

Jensen et al. (2001) utilizaram-se da variedade IAC 165, cultivada no Brasil e da CO 39, de origem índica e de cultivo irrigado. Em dados não publicados pelos autores, a IAC 165 possui alta atividade alelopática contra capim arroz e a CO 39 baixa atividade. Do cruzamento entre as duas variedades resultaram sementes que foram plantadas em vasos junto com sementes de capim arroz e o efeito alelopático foi analisado pelo comprimento da raiz da erva daninha. Como controle foram plantadas as próprias variedades usadas como paternas.

O resultado mostrou que cerca de 15 sementes das plantas segregantes agiram similarmente a variedade iac 165 (alta atividade) e aproximadamente 25 sementes também segregantes mostraram-se similares à variedade co 39 (baixa atividade).

Utilizando marcadores moleculares na geração segregante os autores verificaram que o controle principal da alelopatia está distribuído nos cromossomos 2, 3 e 8 com característica quantitativa (QTL). Entretanto foi observado que nos cromossomos 1 e 9 há loci de efeito epistático sobre os demais na ordem de 6,9% da variação fenotípica total.

Ebana et al. (2001) analisaram linhagens de arroz cujos extratos aquosos das raízes, dos caules e das folhas, no estágio de planta com seis folhas, apresentavam potencial efeito alelopático contra ervas daninhas. Para tanto os autores utilizaram sementes de *Lactuca sativa* e *Heteranthera limosa* e verificaram efeitos contrastantes entre as linhagens e entre os diferentes tecidos usados, quanto à inibição na elongação das raízes de forma que abriu a possibilidade de análise genética entre as linhagens usadas.

Para chegar a isso os autores verificaram que entre dois cultivares de arroz (PI312777 e Rexmont) somente os extratos aquosos das raízes mostravam um efeito contrastante em laboratório e em vasos na elongação das raízes de *Heteranthera limosa*. O extrato do cultivar Rexmont inibia mais do que a PI 312777.

Okuno e Eban (2003) utilizaram-se desses dois cultivares de arroz cruzando-os obtendo então as gerações F_1 e F_2 . Dessa última geração todas as plantas foram testadas quanto à inibição das raízes de sementes de alface, demonstrando efeito contínuo, definindo um caráter governado por vários genes, portanto quantitativo (QTL).

Nesse mesmo trabalho os autores utilizando RFLP determinaram os loci de cada linhagem paternal que determinam os compostos alelopáticos. O MAPMAKER/QTL revelou a presença de 7 loci controlando os efeitos alelopáticos distribuídos nos cromossomos 1; 3; 5; 6; 7; 11 e 12, sendo que cada um explica de 9,4 a 16,1% da variação fenotípica total e, de todos esses loci, o do cromossomo 6 é o que expressa maior efeito, sugerindo que possui relação alelopática em arroz, entretanto os loci dos cromossomos 3, 5, 6, 7 e 12 explicam, juntos, um efeito de 36,6% da variação fenotípica total no controle do capim arroz, que é a maior infestante nas áreas de cultivo.

Percebe-se com isso que há variações entre as cultivares de arroz com respeito ao controle gênico da alelopatia que poderá ser usado no melhoramento dessas ou outras cultivares para melhor controlar ervas daninhas em seu cultivo. Além disso, atualmente, poucos são os estudos genéticos da alelopatia e ainda esses estão restritos, até então, ao arroz. É necessário que a Genética e a Biologia Molecular juntas busquem esclarecimentos maiores do controle do fenômeno da alelopatia.

4 | CONSIDERAÇÕES QUÍMICAS DOS COMPOSTOS ALELOPÁTICOS

A descoberta do fenômeno da alelopatia foi feita na base do conjunto de substâncias químicas que se encontram presentes na liberação de exsudatos das plantas ou de partes das plantas no meio ambiente. Na decomposição anaeróbica de resíduos vegetais há produção de ácidos orgânicos que afetam a germinação e o desenvolvimento de plantas, assim como a cocção ou infusão de plantas leva a liberação de alcalóides e outros compostos que, se aplicados nas plantas, inibem o desenvolvimento por afetarem a divisão celular. Todavia há de se concluir que nesses casos vários compostos estão agindo conjuntamente, potencializando o(s) componente(s) alelopático(s). De outro modo o potencial alelopático pode ficar mascarado pela presença dos vários compostos (PATRICK, 1971; RAO e MIKKELSEN, 1977; PIRES et al., 2001).

A Química Orgânica, na pesquisa de produtos naturais, utilizando-se de técnicas como a cromatográfica de coluna (CC), gasosa (CG), de camada delgada (CCD), ou a líquida de alta precisão (CLAP), a ressonância magnética nuclear (RMN H^1 OU RMN C^{13}), espectrometria de massa (EM) e o infravermelho (IV) pode isolar e identificar componentes de várias plantas ou de suas partes que se caracterizam como candidatos a aleloquímicos. É o caso de *Prosopis juliflora* da qual Nakano et al. (2002; 2003) isolaram a substância *L-tryptophan* das folhas por RMN. Esses mesmos autores (2001) já haviam isolado mais dois componentes das folhas da mesma espécie, assim como do solo onde estavam as plantas.

Do solo os autores coletaram amostras na profundidade de 0-2 cm e alíquotas de 3,0 g de cada amostra foram diluídas em 40 mL de solução aquosa de metanol 50% (vv⁻¹) e após com o uso da CLAP as substâncias *syringin* e (-)-*lariciresinol* foram detectadas com o tempo de retenção (Rt) de 27,5 min. a 264 nm e 27,5 min. a 214 nm, respectivamente. A quantidade dessas substâncias na rizosfera foi da ordem de 0,34 e 0,38 µg g solo⁻¹, respectivamente. Das folhas de *P. juliflora* foram isoladas as mesmas substâncias usando, para a primeira, RMN H¹ e para a segunda RMN H¹ e RMN C¹³.

Após o isolamento e identificação os autores realizaram os bioensaios e determinaram a I₄₀ (concentração requerida para inibir 40% do desenvolvimento das plantas) que para *syringin* foi de 0,35 e 0,60 mM para as raízes e parte aérea de alface e de 0,40 e 0,40 mM para capim arroz. Por outro lado (-)-*lariciresinol* os índices para alface foram os mesmos do componente anterior, porém para capim arroz foi de 0,03 e 0,10 mM, respectivamente, para raízes e parte aérea. Com esses resultados é possível perceber que o segundo componente tem maior ação alelopática que o primeiro.

A espécie *Petasites japonicus* ssp *giganteus* Kitam que aparece na vegetação secundária das florestas na região de Hokkaido, no Japão, demonstrou atividade alelopática em locais onde as árvores são menos densas. Propagando-se por rizomas essa espécie foi analisada por Goto et al. (2001) usando CC da fração *n*-hexânica desses rizomas. Os compostos isolados foram identificados por suas fórmulas como: (1) C₁₄H₂₀O₂; (2) C₁₃H₁₈O₂; (3) C₁₄H₂₂O₂ e (4) C₁₅H₂₄O₂ sendo esse último designado por *eremophilolide*. Todos os componentes foram objetos de bioensaios nos quais os autores usaram sementes de alface e verificaram que o composto quatro mostrou-se mais fitotóxico que os demais, reduzindo o comprimento do hipocótilo e da radícula a partir da concentração de 100 ppm.

O óleo essencial de folhas de *Callicarpa japonica* Thumb foram analisados pela CG e EM para a verificação de efeitos alelopáticos por Kobaisy et al. (2002), pois já haviam detectado ação antiviral desse óleo. Por isso isolaram 84 componentes dos quais 79% foram identificados e desses 35% eram hidrocarbonetos sesquiterpenos que foram testados contra *Agrotis stolonifera*, uma monocotiledônea infestante, mostrando redução no seu crescimento vegetativo na concentração de 0,3 mg mL⁻¹. Entretanto quanto os autores realizaram bioensaios com alface, uma dicotiledônea, verificaram que não houve efeito algum de redução, mesmo na concentração mais alta de 1,0 mg mL⁻¹. Percebe-se com isso que os componentes do óleo de *C. japonica* apresentaram efeito de seletividade quanto às espécies, comportando-se semelhantemente a herbicidas seletivos.

Efeitos alelopáticos foram isolados e identificados de partes aéreas congeladas em nitrogênio líquido estocadas a -80°C de ervilhas. Usando CC Kato-Noguchi et al. (2003) obtiveram a fração metanólica 60% (vv⁻¹) e com CLAP determinaram a substância que foi denominada *pisantin 1* e que apresenta propriedade alelopática inibindo o crescimento de raízes de agrião e alface. Usando a mesma técnica somada a EM e RMN C¹³ Kato-Noguchi et al. (2003) obtiveram as frações ácida, neutra e básica da fração aquosa do extrato

metanólico da casca de *Citrus junus* encontrando a substância que foi denominada de *abscisic acid-b-D-glucoopyanosyl ester* (ABA-GE). Em bioensaios os autores determinaram que o I_{50} (índice de inibição de 50%) para o hipocótilo foi de 2,3 mM, enquanto que para raízes foi de 1,4mM.

Para analisar o potencial alelopático de *Ruta graveolens* De Feo et al. (2002) usaram o hidrodestilado da parte aérea no estágio de floração. Do óleo essencial analisado por CG-EM foram identificados os componentes *1,8- cineole*, *metylsalicylate*, *nonan-2-ol*, *octanoic acid*, *a-pinem* e *valeric acid* que foram testados em bioensaios com sementes de *Cichorium intybus intybus*. Todos eles inibiram a germinação na concentração de 10^{-4} na ordem de 35%, 29%, 22%, 25% e 37% respectivamente. Nessa mesma concentração houve redução do comprimento da raiz na ordem de 35%, 17%, 55%, 37%, 35% e 37% respectivamente. Com esses resultados os autores avaliaram que o óleo de folhas de *R. graveolens* possui propriedades alelopáticas.

Cultivares de arroz têm sido alvo da Química Orgânica para detecção de componentes potencialmente alelopáticos. Mattice et al. (2001) e Kato-Noguchi e Ino (2003) usando a técnica da CC tendo como eluente solução aquosa de metanol 80% (vv⁻¹) selecionaram compostos que foram purificados por CLAP e submetidos a bioensaios. Os compostos obtidos das plântulas de arroz do cultivar Koshihikari foram os ácidos *p-hydroxybenzoic*, *vanillic*, *ferulic*, *p-courmaric* e *p-hydroxyphenilacetic* inibiram mais o comprimento do hipocótilo do que o das raízes de agrião (*Lepidium sativum*) em bioensaios.

5 | CONSIDERAÇÕES FISIOLÓGICAS DOS COMPOSTOS ALELOPÁTICOS

A pesquisa sobre alelopatia tem demonstrado os efeitos detrimenais ou benéficos que possuem os componentes isolados, identificados e testados em bioensaios. Esses efeitos já foram descritos em revisão anterior (Alelopatia: Considerações básicas) e demonstra a ação do composto isolado ou em misturas (solução aquosa) nas plantas alvo.

A necessidade atual está no estudo e na elucidação do(s) mecanismo(s) de ação dos compostos considerados alelopáticos, assim como existe para os herbicidas. Apesar da alelopatia ter sido descoberta por Molish em 1937 somente nos últimos anos é que tem despertado maior interesse, dado ao fato da toxicidade dos biocidas e da resistência que alguns biótipos de ervas daninhas têm apresentado. Exemplo disso é a resistência de biótipos de *Bidens pilosa* a herbicidas inibidores de ALS que já foram detectados no Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Paraná, desde 1993 (CHRISTOFFOLETI e OVEJERO, 2004).

Os registros dos mecanismos de ação fisiológica dos aleloquímicos já não são muito restritos. Birkett et al. (2001) relatam a ação das saponinas. As saponinas são esteróides e os triterpenos glicosídeos que possuem ação detergente e emulsificante. Esses compostos possuem ação herbicida por provocar rupturas nas membranas celulares em

plantas. Essa ação já foi descoberta em mamíferos quando as saponinas penetrando na corrente sanguínea desorganizam as membranas celulares dos tecidos. Entre plantas que produzem está a alfafa (*Medicago sativa* – Fabaceae) que produz uma saponina específica denominada *medicagenie acid glycosides* que pode servir para o desenvolvimento de modelo genético-molecular de aleloquímicos e ser estendido para outras Fabaceae como *Vicia faba*.

Plantas da família Brassicaceae produzem glucosinolatos. Esses compostos estão intactos nas células das plantas, entretanto quando as plantas sofrem danos a enzima *p*-tioglucosidase cliva a ligação glicose-enxofre que, por sua vez, rearranja-se formando o catabólito orgânico isotiocianato. Segundo O'Callaghan et al. (2000) se esse catabólito for liberado na rizosfera pode ter efeito biocida.

Glicosídeos cianogênicos liberam ácido cianídrico (HCN) quando as plantas que os contém sofrem algum tipo de dano. Há evidências de que o HCN inibe a metalproteína como o fitocromo oxidase que é enzima chave no processo de respiração (TAIZ e ZIEGER, 2004). Esses glicosídeos estão presentes em tubérculos de *Manihot esculenta* – Euforbiaceae, e em *Sorghum bicolor* – Poaceae.

Em cevada (*Hordeum vulgare* – Poaceae) as cascas das sementes possuem glicosídeos cianogênicos, também, tal como *R-epihetenodendrin* que é sintetizado via biossíntese de aminoácidos. Esse composto combinado com ácidos fenólicos, por ação microbiana da palha da cevada, pode exercer ação alelopática. Já em sorgo o interesse está voltado para a substância denominada *sorgoleone* que é responsável por estimular a germinação das sementes. Entretanto essa substância tem se revelado como um potente inibidor do fotossistema II (BIRKETT et al., 2001) bloqueando a passagem do elétron do complexo citocromo b para o citocromo c1 na respiração mitocondrial (SEIEGLER, 1996).

Na tentativa de obter compostos alelopáticos correlatos e assim aumentar a possibilidade de síntese de herbicidas a partir da identificação do aleloquímico Barbosa et al. (2001) isolara, o sorgoleone e com reações de hidrogenização produziram um análogo com a cadeia lateral saturada. Apesar de não ter obtido resultados significativos de estimulação e/ou inibição na germinação e desenvolvimento das plântulas de *Cucumis sativa* abriu caminho para que novos análogos possam ser obtidos desse ou de outros compostos potencialmente alelopáticos e que tenham ação inibitória sobre ervas daninhas.

Entre outros efeitos específicos de componentes implicados nas interações alelopáticas estão a inibição da divisão celular, de enzimas e da síntese de proteínas, as modificações da construção da parede celular, alteração da permeabilidade das membranas, a modificação do transporte ativo, a alteração do movimento estomatal, a alteração na síntese de pigmentos, na fotossíntese e na respiração (SEIEGLER, 1996).

Esse mesmo autor relata que o *p-terthienyl* assim como componentes da classe das citocininas produzidas por *Tagetes erecta* – Asteraceae são fortes inibidores do transporte de elétrons envolvendo o citocromo f. Além disso, compostos como *6,7-dimethoxy-*

2-benzoxazolinone (DMBOA) e *6-methoxy-2-benzoxazolinone (MBOA)* possuem a capacidade de modificar a afinidade da ligação das auxinas aos sítios receptores das membranas celulares. E ainda, que *DIBOA (2,4-dihydroxy-1,4(2H)-benzoxazin-3-one)* reduz a produção de clorofila.

6 | CONCLUSÃO

Os exemplos aqui citados mostraram que a alelopatia envolve atividades sofisticadas para a determinação completa de seu sistema de ação. A caracterização desse sistema passa primeiramente pelo isolamento e identificação do componente candidato, que é o campo da Química Orgânica. Após pelos bioensaios e determinações, se possível do(s) mecanismo(s) de ação dos compostos, campo desenvolvido pela Fisiologia Vegetal, para, por último, mesmo que não necessariamente, a determinação dos genes que codificam tal substância, campo da Biologia Molecular e da Genética. O entendimento e elucidação dos componentes alelopáticos determinam uma nova era no campo do controle de plantas daninhas nas grandes culturas principalmente, pois a síntese de biocidas de origem natural se aproxima da realidade. Além disso, o uso de plantas que liberam componentes alelopáticos poderá, por sua vez, serem usadas como uma das etapas do controle integrado de infestantes, favorecendo a cultura, o homem e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. A. Flores de *Acacia podalyriaefolia* A. CUNN. (Leguminosae - Mimosoideae): avaliação fitoquímica e das atividades antibacteriana e alelopática. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Ciências Farmacológicas. Universidade Federal do Paraná. 2003. 104p.

BARBOSA, L. C. A.; FERREIRA, M. L. & DEMUNER, A. J. Preparation and phytotoxicity of sorgoleone analogues. **Química Nova**. São Paulo, v.24, n.6, p.751-755, 2001.

BIRKETT, M. A.; CHAMBERLAIN, K.; HOPPER, A. M. et al. Does allelopathy offer real promise for practical weed management and for explaining rhizosphere interactions involving higher plants? **Plant and Soil**. Netherlands, v. 232, n.1-2, p.31-39, 2001.

CHRISTOFFOLETI, P. J. & OVEJERO, R. F. L. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.) **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Campinas. 2.ed: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas. 2004. 100p.

De FEO, V.; De SIMONE, F. & SENATORE, F. Potential allelochemicals from the essential oil of *Ruta graveolens*. **Phytochemistry**. Oxford, v.61, n.5, p.573-578, 2002.

DIXON, R. A. & STRACK, D. Phytochemistry meets genome analysis, and beyond.....(Editorial). **Phytochemistry**. Oxford, v 62, v.11, p. 815-816, 2003.

EBANA, K.; YAN, W.; DILDAY, R. H. et al. Variation in the allelopathic effect of rice with water soluble extracts. **Agronomy Journal**. Madison, v.93, n.1, p.12-16, 2001.

- GOTO, Y.; KOJIMA, Y.; NAKAYAMA, T. et al. Allelopathic sesquiterpenoids from rhizomes of *Petasites japonicus* spp. *Giganteus* Kitam. **Phytochemistry**. Oxford, v.57, n.1, p.109-113, 2001.
- JENSEN, L. B.; COURTOIS, B.; SHEN L. et al. Locating genes controlling allelopathic effects against barnyardgrass in upland rice. **Agronomy Journal**. Madison, v.93, n.1, p.21-26, 2001.
- KATO- NOGUCHI, H.; TANAKA, Y.; MURAKAMI, T. et al. Isolation and identification of an allelopathic substance from peel of *Citrus junos*. **Phytochemistry**. Oxford, v.61, n.7, p.849-853, 2002.
- KATO- NOGUCHI, H. & INO, T. Rice seedlings release allelopathic substance. **Biologia Plantarum**. Czech Republic, v.46, n.1, p.157-159, 2003.
- KATO- NOGUCHI, H. Isolation and identification of an allelopathic substance in *Pisum sativum*. **Phytochemistry**. Oxford, v.62, n.11, p.1141-1144, 2003.
- KOBAISY, M.; TELLEZ, M. R.; DAYAN, F. E. et al. Phytotoxicity and volatile constituents from leaves of *Callicarpa japonica* Thunb. **Phytochemistry**. Oxford, v.61, n.1, p.37-40, 2002.
- LIU, D. L. & LOVETT, J. V. Biologically active secondary metabolites of barley II. **Journal Chemical Ecology**. New York, v.19, p.2231-2244, 1993.
- MATTICE, J. D.; DILDAY, R. H.; GBUR, E. E.; et al. Barnyardgrass growth inhibition with rice using high-performance liquid chromatography to identify rice accession activity. **Agronomy Journal**. Madison, v.93, n.1, p.8-11, 2001.
- NAKANO, H.; NAKAJIMA, E.; FUJII, Y. Leaching of the allelopathic substance, tryptophan from the foliage of mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) plants by water spraying. **Plant Growth Regulation**. Netherlands, v.40, n.1, p.49-52, 2003.
- NAKANO, H.; FUJII, Y.; YAMADA, K. et al. Isolation and identification of plant growth inhibitors as candidates(s) for allelopathic substance(s), from aqueous leachate from mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw.)DC.) leaves. **Plant Growth Regulation**. Netherlands, v.37, n.2, p. 113-117, 2002.
- NAKANO, H.; FUJII, Y.; SUZUKI, T. et al. A growth-inhibitory substance exuded from freeze-dried mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw.)DC.) leaves. **Plant Growth Regulation**. Netherlands, v.33, n. 3, p.16, 2001.
- O'CALLAGHAN, K. J.; STONE, P. J.; HU, X. J. et al. Effects of glucosinolates and flavonoids on colonisation of the roots of *Brassica napus* by *Azorhizobium caulinodans*. **Applied Environmental Microbiology**. Washington, DC, v.66, n.5, p. 2185-2191, 2000.
- OKUNO, K. & EBANA, K. Identification of QTL controlling allelopathic effects in rice: Genetic approaches to biological control of weeds. **Japan Agricultural Research Quarterly**. Tsukuba, v.37, n.2, p.77-81, 2003.
- PATRICK, Z. A. Phytotoxic substances associated with the decomposition in soil of plants residues. **Soil Science**. USA, v.3, n.1, p. 13-18, 1971.

PIRES, N. M.; SOUZA, I. R. P.; PRATES, H. T. et al. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Lavras, v.13, n.1, p.55-65, 2001.

POSER, G. L. Von; MENTZ, L.A. Diversidade biológica e sistemas de classificação. In: SIMÕES, C. M. O. et al. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 2. ed. Florianópolis/Porto Alegre: UFSC/UFRS, p. 63-76, 2001.

RAO, N. e MIKKELSEN, D. S. Effect of acetic, propionic, and butyric acids on young rice seedling growth. **Agronomy Journal**. Madison, v.69, n.4, p. 923-928, 1977.

SEIEGLER, D. S. Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. **Agronomy Journal**. Madison, v.88, p. 876-885, 1996.

TAIZ, L. & ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 3.ed. Cap. 13 p.309-334. 2004.

WHITTAKER, R. H. & FEENY, P. P. Allelochemicals: Chemical interactions between species. **Science**. Washington DC, v.171, n.3973, p.757-770, 1971.

WU, H.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D. et al. Laboratory screening for allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) accessions against annual ryegrass (*Lolium rigidum*). **Australian Journal Agriculture Research**. Collingwood, v.51, n.3, p.259-266, 2000.

CAPÍTULO 22

A DIMENSÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL DENTRO DA POLÍTICA PÚBLICA: UM COMPROMISSO COM O SABER FAZER

Data de aceite: 01/02/2021

Data da submissão: 06/11/2020

Juliana Roberta Paes Fujihara

UEMS/Coxim, UNIGRAN, UNB, UEMS/
Dourados e Doutorado em Ensino de Ciências
pela UFMS
Coxim – MS
<http://lattes.cnpq.br/2044233717038471>

Maria de Lourdes Spazziani

Universidade de Guarulhos (1979), Faculdade
de Filosofia Ciências e Letras Nove de Julho
(1981), Universidade Federal do Rio de Janeiro
(1990), Universidade Estadual de Campinas
(1999). Professora adjunta da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
Botucatu - SP
<http://lattes.cnpq.br/8282678535227179>

Manoel Garcia de Oliveira

Universidade Estadual de Mato Grosso do
Sul (UEMS), Universidade Federal da Grande
Dourados (UFGD) e UFMS
Miranda – MS
<http://lattes.cnpq.br/5236161633207209>

Simone Ceccon

Universidade de Passo Fundo (1997) e
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho (2002). Professora assistente
da Universidade Federal da Grande Dourados.
Dourados - MS
<http://lattes.cnpq.br/5588788061442769>

Juliana Cristina Ribeiro da Silva

UFGD (2007), Universidade Federal de
Rondônia e Doutorado em Ensino de Ciências
pela UFMS, professora da Rede Estadual e
Particular de Campo Grande - MS
Campo Grande – MS
<http://lattes.cnpq.br/5483658419975347>

Patrícia Helena Mirandola Garcia

Professora do curso de Geografia, do
Programa de Pós-Graduação em Geografia
da UFMS e Programa de Pós-Graduação
Doutorado em Ensino de Ciências
Três Lagoas - MS
<http://lattes.cnpq.br/1030941900957552>

RESUMO: O presente artigo investiga a percepção e a compreensão de educadores ambientais sobre política pública de educação ambiental, a partir de entrevistas com oito educadores de um curso de formação de educadores socioambientais promovido pelo Coletivo Cuesta Educador, no ano de 2009. Os resultados revelam a importância de espaços educativos para a discussão e promoção de uma educação ambiental crítica e transformadora, que garanta uma equidade social. Também os dados indicam que a política pública de educação ambiental no país tem pouca visibilidade e é pouco entendida pelos sujeitos desta pesquisa. Desta forma, se faz necessário articular as redes sociais de educação ambiental e dos coletivos educadores para fortalecer e disseminar as políticas públicas para a área.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Responsabilidade Social, Coletivos Educadores.

THE DIMENSION OF ENVIRONMENTAL EDUCATION WITHIN PUBLIC POLICY: A COMMITMENT TO KNOW HOW TO DO

ABSTRACT: This article investigates the perception and understanding of environmental educators about public policy on environmental education, based on interviews with eight educators in a training course for socioenvironmental educators promoted by Coletivo Cuesta Educador, in 2009. The results reveal the importance of educational spaces for the discussion and promotion of critical and transformative environmental education, which guarantees social equity. They also indicate that public policy on environmental education in the country has little visibility and is poorly understood by the subjects of this research. Thus, it is necessary to articulate the social networks of environmental education and the educative collectives to strengthen and disseminate public policies for the area.

KEYWORDS: Sustainability, Social Responsibility, Collective Educators.

1 | REFLEXÕES INICIAIS

A Educação Ambiental (EA) é um dos caminhos para a promoção do diálogo entre a participação social e a política ambiental, e tem sido parte constitutiva de práticas de política pública nas diferentes esferas governamentais. Os processos de formação de futuros educadores ambientais, principalmente no que diz respeito à sua capacidade de despertar para o desenvolvimento de atitudes e práticas voltadas à sensibilização, participação e tentativas de soluções coletivas sobre a questão ambiental, no comprometimento da qualidade do ambiente, socialmente justas e conscientes, é que poderemos praticar uma Educação Ambiental realmente emancipatória (GONÇALVES, 2007; DIAS, 2000; SORRENTINO et al., 2005).

De acordo com Fernandes (2010), a política pública ambiental é algo que abre um leque de possibilidades em prol de um objetivo esperado por todos, e somente através da formação e transformação do indivíduo quanto ao seu papel frente à participação social e política é que conseguiremos avançar nessa questão.

Para Vasconcelos et al. (*apud* SPAZZIANI, 2011), as políticas públicas voltadas à educação ambiental têm promovido reconhecimento e valorização da área, tornando-a indispensável no campo formal e na educação de todos os cidadãos. Sobre políticas públicas, temos em Fernandes (2010, p. 289) que “a política pública pode ser entendida como um conjunto de procedimentos formais e informais que expressam a relação de poder e se destina a resolução pacífica de conflitos, assim como a construção e ao aprimoramento do bem comum”.

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e, como consequência, o Programa Nacional de Educação Ambiental - ProNEA, tem por missão contribuir com a construção de Sociedades Sustentáveis. Este Programa orienta as ações da sociedade e do governo para a geração e o estímulo a processos nacionais de Educação Ambiental (BRASIL, 2006).

No contexto político deste período, elabora-se uma proposta de política pública, apresentando o programa dos Coletivos Educadores (CE)¹, que segundo Ferraro Jr e Sorrentino (2000) é caracterizado para ser efetuado em parceria com as Comissões Interinstitucionais de Educação Ambientais (CIEAs), e constituído por quatro seguimentos educacionais como proposta de metodologia na formação de educadores ambientais:

1. Formação de educadores ambientais: através de programas que anseiam a atuação de educadores ambientais na transformação da realidade, a partir do conhecimento adquirido no processo de aprendizagem que aproxima questões sociais e ambientais, locais e globais, com o objetivo de formar outros educadores atuantes, adequando este conhecimento ao seu contexto;

2. Educomunicação socioambiental: a partir de estratégias comunicativas e de ferramentas tecnológicas com a finalidade educacional e cultural, para contribuir no processo de formação, que se fortalece com a participação na criação, na produção e na gestão da temática ambiental nos meios de comunicação, na elaboração de materiais didáticos e na organização de campanhas de EA;

3. Educação por meio das escolas e outros espaços e estruturas educadoras: com a perspectiva de difundir a educação em espaços como igrejas, praças, trilhas interpretativas, centros especializados para educação ambiental, entre outros, ultrapassando as barreiras da sala de aula, sugerindo ações e reflexões sobre a qualidade ambiental e de vida;

4. Educação em Foros e Coletivos: participação democrática dos cidadãos em foros ecolegiados (Conselhos, Agendas 21, CIEAs, Redes de EA, Comitês de Bacias, entre outros) permitindo a realização de projetos e ações voltados para a sustentabilidade, propiciando o engajamento de atores sociais nos processos de formação de educadores ambientais e nas lutas pelos seus direitos.

Para Spazziani (2011), as redes sociais possuem uma responsabilidade na mobilização, articulação e fortalecimento de iniciativas de educadores ambientais que atuam em territórios próximos, mas que se configuram com alcance nacional e internacional, tornando-se importantes para a implantação de políticas públicas no território brasileiro. Portanto, a realização deste estudo, junto a oito sujeitos que participam de um processo formativo promovido pelo Ministério do Meio Ambiente, se faz mister para entendermos como os educadores socioambientais entendem e promovem a política educacional de educação ambiental.

Dos entrevistados, quatro são jovens (entre 25 aos 31 anos) e os outros quatro estão na fase madura da referida idade (entre os 40 aos 50 anos), desses, 75% (ou seja, seis entrevistadas) são do sexo feminino e observa-se entre os sujeitos uma heterogeneidade na escolaridade, sendo que mais da metade possui nível superior completo. Os cursos

1. Segundo Ferraro Jr. e Sorrentino (2000), são grupos formados por pessoas de instituições localizadas em determinado território e que precisam se constituir como grupos de pesquisa-ação-participativa, trabalhando em um processo permanente de ação-reflexão, de pesquisa e intervenção, de análise, de delineamento participativo de estratégias, implicando também em procedimentos democráticos não hierarquizados e transparentes.

superiores são na área de Humanas, voltados para a docência, sendo que um deles em Ciências Biológicas. Há três sujeitos que sua escolarização remete à educação básica, dois em nível técnico (Técnico de Engenharia Florestal) e outro ensino fundamental incompleto. Assim, dos oito sujeitos, seis tiveram na sua formação aspectos que favorecem o tema educativo e/ou ambiental. Desses oito sujeitos, coletamos relatos sobre suas percepções e suas compreensões sobre política pública de EA. A partir de um questionário semiestruturado, com perguntas direcionadas, tais como:

Qual a necessidade da continuidade de projetos como este, para que ele não seja apenas pontual? Como você avalia e ampliaria esse projeto em sua escola/comunidade? Qual a importância de projetos de educação ambiental para a formação cidadã?

21 EDUCADOR AMBIENTAL: PERSPECTIVAS E INQUIETAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS

A Educação Ambiental está sendo fonte de discussões em diversos ambientes e sob vários aspectos, principalmente àqueles relacionados aos problemas ambientais. Não é preciso convencer ninguém de que a degradação sobre o meio ambiente natural é uma das principais preocupações da humanidade no que tange a qualidade de vida. É preciso destacar que a formação de uma nova consciência, é um fator preponderante nos progressos alcançados nas últimas décadas através da educação ambiental.

A frase do “momento” é que devemos “pensar globalmente e agir globalmente”. Deixando para trás o paradigma de uma educação ambiental vista como ecologia, onde se pensava globalmente e tinha como meta o agir apenas localmente, especialmente com foco em aspectos da preservação da natureza (GADOTTI, 2001).

É preciso fortalecer o conceito de que qualquer solução, seja do ponto de vista físico do ambiente ou sociocultural, depende do engajamento de cada cidadão e da sociedade como um todo.

Reconhecendo a capacidade do ser humano de aprender, a educação ambiental aqui é entendida como processo por meio do qual o indivíduo e o coletivo irão construir valores sociais e habilidades, atitudes e competências voltadas para a melhoria da qualidade de vida. Apesar das múltiplas iniciativas e projetos de educação ambiental nos diferentes níveis da educação formal e informal, tanto de iniciativas governamentais, não governamentais e de outros setores, é visível os avanços das reflexões e sistemáticas sobre o tema.

Os discursos predominantes direcionam-se a quatro pontos: a necessidade da continuidade de projetos que discutem a problemática socioambiental, para que os mesmos não sejam atividades pontuais; a ampliação do campo de atuação, pois quanto maior o número de pessoas envolvidas e em diversos espaços essa discussão chegar, maior serão as chances de se conseguir uma mudança nos padrões de pensamento e comportamento;

outro aspecto é a busca pelo conhecimento, como apresentado por Spazziani e Gonçalves (2005), quando afirmam que o “desenvolvimento do indivíduo se dá naquilo que diz respeito a uma **atuação competente** de seu aprendizado e construção de sua subjetividade no contexto da vida cotidiana” (grifo nosso). O quarto ponto diz respeito à atuação competente e responsável, no sentido de tornar disponíveis os conhecimentos adquiridos, de provocar no outro o mesmo sentimento que os movem para atuarem em um coletivo em benefício das questões socioambientais.

Do mesmo modo, a perspectiva de avanços para uma consciência socioambiental partindo da EA como uma prática educativa e fundamentada na sustentabilidade² dos projetos criados, das ações iniciadas que não podem ser consideradas como um evento pontual.

Na análise dos relatos dos sujeitos envolvidos nesta pesquisa destaca-se ideia como a relacionada por SR,

[...] eu acho que tem que ser uma coisa bem estruturada, não é ir lá um dia, fazer um dia de ação e, por exemplo, uma Ação Global e acabou não é aí, poxa tem que ter continuidade.

Essa questão global é também é um dos desafios apresentados na Carta da Terra, criada em 1992, que tem como uma das metas “**implementar estratégias amplas** para prevenir conflitos violentos e usar a colaboração na resolução de problemas para administrar e resolver conflitos ambientais e outras disputas” (grifo nosso).

O mesmo sentimento é compartilhado por CL,

Daqui pra frente eu gostaria que todos esses projetos que a gente tá aqui na escola, por exemplo, da água nos primeiros anos, que seja pra sempre, todos os primeiros anos vão trabalhar água, o uso racional da água, todos os terceiros anos vão trabalhar essa coleta seletiva do lixo e que isso não se perca, que essa entrega do folder, esse mutirão que nós vamos fazer, que quando chegar em Novembro a gente repassa essas mesmas casas vendo se eles realmente tão fazendo a seleção do lixo, não quero que seja um projeto só agora em junho, passou, fez um mutirão, entrego o folder, prego o adesivo e morreu, eu quero esse projeto pra sempre.

O termo sustentabilidade chama a si a centralidade para a reflexão sobre o sentido do desenvolvimento e das alternativas que se configuram (JACOBI, 2003).

Surgem ainda, as questões referentes à participação da comunidade como sentido da coletividade para potencializar atividades escolares e tornar possível um caminhar em direção a mudanças, mesmo que tímidas. O cuidado com a geração de lixo através da diminuição do consumo, bem como a reciclagem e reutilização dos materiais se faz presente nas discussões, pois são as ações que configuram o sentido da educação ambiental e projetam novos desafios para as questões cotidianas.

2. Segundo dicionário Aurélio a palavra sustentável pode ser definida como a capacidade de algo se manter mais ou menos constante, ou estável, por longo período (FERREIRA, 2010).

Spazziani e Sorrentino (2000) concordam que as mudanças de comportamentos dos indivíduos têm incitado à utilização de pesquisas de intervenção educacional na área ambiental, com maior intensidade nos últimos anos. O que podemos verificar na fala abaixo de CL, onde,

Porque se a gente conseguir manter esse bairro com essa coleta seletiva do lixo, reciclando 100% do lixo do bairro, mostrando prá s crianças que vale a pena, que tá diminuindo o consumo, que tem que fazer reutilização dos materiais também, alguma coisa assim, eu acho que é meio caminho andado, do que eu fica preocupada de ensina pra eles que não pode desmata o Rio Amazonas sabe. Então essa parte de coleta seletiva do lixo eu preciso que ela continue, porque se não eu vou me senti muito frustrada, porque pelo amor de Deus, [risos] desde 2006 eu tô atrás desse negócio, não é possível que não vai dar certo agora né. (sic)

Para Spazziani (2006) o conhecimento está associado ao significado que atribuímos ao fato vivido, isto é, relaciona-se com alguma coisa existente no “mundo real” do qual temos uma experiência direta”. É neste sentido que compreendemos a fala de CL, ao colocar atitudes rotineiras como uma meta para o início da solução de problemas como o lixo:

E eu acho que é só uma questão de hábito, porque o que eu fiz em casa, foi compra um cesto de roupa suja novo, por no banheiro do meu filho e pega o cesto velho e por do lado do lixo na minha casa, porque o problema da seleção de lixo é ele não estar úmido, porque se umedecer...você lava, você termina o leite, você lava [faz gestos com a mão] aquela caixinha põe de boca pra baixo na pia, se ela não tiver muito seca ela vai embolorar e não vai servir pra reciclagem, então eu ponho ela de boca pra baixo, depois eu jogo ela naquele cesto de boca pra baixo que é todo vazado, e o vento né, ele respira [sorri] e a caixinha seca. (sic)

Ampliar as ações existentes também é uma das expectativas e condição de mudanças e de necessidades de uma abordagem extra curricular. “Quero ampliar minhas ações, não somente ao campo da educação formal, onde atuo no momento” (CR).

Igualmente, ER pretende desenvolver projetos mais ousados que não se limitam apenas ao currículo e que levem em consideração a realidade local:

É embora eu tenha trabalhado, eu vejo que é muito mais amplo do que aquilo que eu fiz durante o período de Licenciatura. Então, esse contato com outros grupos sabe, não pensei que na minha cidade eu pudesse fazer isso né. Então a intenção é ainda desenvolver algo maior, porque assim, nosso projeto também, do coletivo, é na escola também, na verdade é a realidade da nossa cidade.

É notável o comprometimento e o sentimento de pertencimento que congrega no enfrentamento de resistências com questões socioambientais, conforme podemos verificar na fala de Fer, onde,

Eu quero fazer a diferença entendeu, consegui assim chegar na consciência e no coração das pessoas né, conseguir sensibilizar mesmo, mostrar prá eles que a gente não precisa só esperar de órgãos públicos algum tipo de atitude, que a gente também pode né, tá agindo de alguma maneira. (sic)

Além do conhecimento e comprometimento com as questões socioambientais é preciso ter conhecimento de causa, “*minhas perspectivas... primeiro é ganhar mais experiência e ter maior compreensão dessa área que é ampla*”, para advogar de forma justa e “*crescer mesmo nessa área, traze mesmo, deixa meu nome marcado [sorri] nessa área como educador*”, de acordo com JM.

A percepção da consciência de si e da necessidade de “ajudar” o outro a conhecer o desconhecido é evidente nos relatos, uma vez que há diferentes definições e interpretações da educação ambiental sobre sua prática educativa. É claro na literatura que existem diferenças e, surpreendentemente, essa multiplicidade de terminologias que a ela é dada, é central em cada uma das diferentes perspectivas de educação ambiental, a discussão da ética na relação do homem com a natureza.

...então, eu gosto muito disso aí, e eu tenho intenção de cada vez estar me aprofundando mais na questão né, e isso pra mim é um tipo de um [estala com a boca, pensativo], como que eu posso dizer....é uma meta que eu tenho na minha vida sabe (M).

Aprende mais e pode passar mais e mais pra outras pessoas, pra todos neh em geral, que eu tenho vontade de aprender bem mais e o que eu aprendi ir passando, pra criança, adultos, jovens, pra tudo. Não desisti nunca, não desisti, sempre continuar atuando. (MJ).

Apesar das dificuldades, os sujeitos destacam a necessidade de atuarmos numa rotina pautada na persistência, ética e responsabilidade assumida para influenciar o comportamento da sociedade para a transformação da realidade em que estamos vivendo, é claro que “*você muda a mentalidade das pessoas, é um trabalho de formiguinha*” (SR).

31 TRÂNSITOS POLÍTICOS DOS SUJEITOS ECOLÓGICOS E AS TRANSFORMAÇÕES DA ESFERA PÚBLICA NA CONTEMPORANEIDADE

O mundo contemporâneo traz a discussão referente à participação da comunidade frente a diversas questões socioambientais como uma necessidade de políticas públicas. O despertar da conscientização se faz mediante as informações que interessam a sociedade. A partir do conhecimento é possível refletir sob suas ações e propor nova resolução de problemas pautada na coletividade e na justiça socioambiental (CAMPOS, 2000).

O Departamento de Educação Ambiental - DEA/MMA, ao Coordenadoria Geral de Educação Ambiental -CGEA/MEC e os órgãos gestores da Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA dentro de sua constituição e construção permanente das bases teóricas

e metodológicas da educação ambiental no país, entendem a necessidade de estudar estratégias de planejamento e articulação, que permita uma flexibilização dos objetivos e estratégias para seu constante aprimoramento por meio da participação democrática.

A educação ambiental neste contexto simboliza, através de seu papel coletivizado, a abertura para um novo tipo de participação política, criando possibilidades reais de (re) descobrir a natureza política e exercer influência no processo de formação das decisões políticas. E cabe aos gestores públicos esta compreensão de se criar espaços dialógicos e participativos, e dar legitimidade aos cidadãos (MOTA *apud* BARBOSA, 2008) para que os mesmos passem a ter visibilidade na governabilidade democrática.

As políticas públicas em educação ambiental implicarão uma crescente capacidade do Estado de responder, ainda que com mínima intervenção direta, às demandas que surgem do conjunto articulado de instituições atuantes na educação ambiental crítica e emancipatória (BARBOSA, 2008).

Os Coletivos Educadores por sua vez, possibilitam condições para promover processos de formação ampla e continuado e de políticas públicas, o aprofundamento conceitual e a reflexão crítica face aos problemas socioambientais, além de oferecer ferramentas para o desenvolvimento de ações de educação ambiental que valorizam a continuidade de processos de aprendizagem tendo em vista a construção de territórios sustentáveis (PEDRINI, s/ano). Nesse sentido, os educadores ambientais possuem papel fundamental no processo de discussões que visam à construção participativa e a arte dialética entre Estado-sociedade como política pública, implementada pelo MEC (Ministério da Educação e Cultura) e pelo MMA (Ministério do Meio Ambiente), assim como aponta Reigota (1996) ao colocar que a educação ambiental deve ser encarada como educação política, pois ela prepara o cidadão para exigir cidadania, justiça social e ética nas relações sociais.

Apesar da diversidade de conceitos e enfoques que a educação ambiental recebeu e recebe, tanto por parte dos órgãos governamentais e dos especialistas, quanto da sociedade, os objetivos principais que se busca pela educação ambiental são semelhantes:

- a.** contribuir para a formação de uma consciência sobre a importância da preservação da qualidade do meio ambiente em sua relação com o desenvolvimento, considerando os aspectos socioculturais, econômicos, políticos, científicos, tecnológicos, ecológicos e éticos;
- b.** favorecer a aquisição de conhecimentos, valores, comportamentos e habilidades práticas a partir da reorientação e articulação das diversas disciplinas e experiências educativas, para a participação responsável e eficaz na prevenção e solução dos problemas ambientais e da gestão da qualidade do meio ambiente;
- c.** facilitar a percepção integrada do meio ambiente, tornando possível uma ação mais crítica que identifique as causas e não apenas seus efeitos e de induzir novas formas de conduta, nos indivíduos e na sociedade, a respeito do meio ambiente (SATO 1997).

Ao revisitar alguns documentos observamos a explícita e vital importância da educação ambiental como política pública; a Lei nº 6.938, de 31/08/81 que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente e traz em seu 2º artigo, inciso X a necessidade da promoção da “Educação Ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente”.

A Constituição Federal, de 1988 reconhece o direito constitucional de todos os cidadãos brasileiros à Educação Ambiental e atribui ao Estado o dever de “*promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente*”. E posteriormente na LDB (Lei de Diretrizes e Bases) que faz referência no artigo 32, inciso II quanto a “compreensão ambiental natural e social do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade”. E mais recentemente é criada a Lei nº 9.795, de 27/04/99 da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), que veio reforçar e qualificar o direito de todos à Educação Ambiental, indicando seus princípios e objetivos, os atores e instâncias responsáveis por sua implementação, no âmbito formal e não formal, e as suas principais linhas de ação.

O Estado de São Paulo por meio de diversos setores da sociedade civil (secretarias estaduais de educação e meio ambiente, representantes de universidades e organizações não governamentais) e do governo, preocupados com a promoção de ações que visem à formação da consciência ecológica, socioambiental, dentro e fora das escolas, iniciam um processo participativo de criação de uma Lei Estadual de Educação Ambiental (Lei no 12.780, de 30/11/07), que apesar de ser aprovada contou com 14 vetos.

A Lei foi um grande avanço, porém percebemos a fragilidade e a falta de comprometimento com as questões socioambientais no contexto político e isso, de certa forma, acaba por gerar descrença nas políticas públicas de educação ambiental assim como destacam os sujeitos entrevistados:

Então enquanto eles [políticos] não vê a importância verdadeira que tem essa política ambiental e vê que não é só um merchã, um modo de fazer comercial da cidade, enquanto eles não tira essa idéia de merchandagem ainda elas não vão funcionar corretamente, enquanto não tive uma fiscalização que faça com que cumpram mesmo essa política, as leis que são elaboradas (JM).

Então essa história que eles falam vamos ter um consumo consciente, vamos pensa no que compra, não é viável, não é bom pro governo sabe, eu acho que eles querem é que a gente gaste mais, compre muito, você vê que agora sai propaganda que o pobre ta tomando refrigerante, ah porque a classe E ta consumindo mais, isso é o máximo, acham que ta maravilhoso... eu acho a política pública o fim do mundo sabe (CI).

A falta de conhecimento de políticas públicas em educação ambiental para uma discussão mais profunda, uma participação mais efetiva e uma cobrança são descritas na fala de Cr como uma necessidade particular, mas que sabemos ser uma necessidade mundial.

Então a gente tem muitas vezes esse, essa má educação, má formação, de não procurar né. Então aqui em Botucatu, existe uma política voltada para educação ambiental (expressão de quem não sabe), não sei, eu sei aquela coisa ali do meu dia-a-dia, da comunidade ali, que uma ta com leite, outra ta sem leite, apesar de ser muito bacana, você não consegue expandir pra outras pessoas, e muitas vezes você é relapsa nesse aspecto né (pensativa) (Cr).

Ela ainda completa seu pensamento:

Então, mas eu acho e penso, como que você vai atuar no caso, solicitando as políticas públicas se você não as conhece, por isso que eu acho que é um caminhar. Na hora que você esta, porque na verdade você não esta envolvido com comunidade, então você não precisa mexer com política pública, ai você fala, poxa, porque não posso funda uma cooperativa aqui pra esses pais, porque que a prefeitura não pode por uma gangorra aqui, é hora que você vai sondar, é hora que você (estala com os dedos) passa a se interessar ou querer saber o por que (Cr).

Nesta concepção, é através do ambiente cotidiano, caracterizado pelos seres humanos e todo o contexto sócio histórico cultural, que nós aprendemos a querer e desenvolver o sentido de pertencimento para criar mecanismos de discussão no campo da política ambiental.

Na medida em que as ideias partem da dimensão política as questões socioambientais vão sendo colocadas como uma expressão de um desejo de justiça socioambiental.

Ta engatinhando agora [sorri], mas já é um grande passo, porque o Brasil ta dando muito exemplo ai pra fora, apesar de nós estamos desse jeito, mas ainda tamo dando exemplo pro pessoal de fora, com a Leis, o que falta agora mesmo é, cumpri as Leis, faze o pessoal se conscientiza, é preciso respeita as Leis, se nós respeita as Leis que tá, vai te pa todo mundo, pras futuras gerações, e eu penso muito nisso ai, no futuro né (M).

Segundo Ascerlrad (*apud* CORRÊA-BIASOLI, 2008) as discussões em torno da justiça social se devem a embates socioambientais:

...de uma apropriação singular da temática do meio ambiente por dinâmicas sociopolíticas tradicionalmente envolvidas com a construção da justiça social em sentido amplo. Este processo de resignificação está associado, por certo, a uma reconstituição das arenas onde se dão os embates sociais pela construção dos futuros possíveis. Nesta arena, a questão ambiental mostra-se cada vez mais central e vista crescente indissociável das tradicionais questões do trabalho e de renda (ACSERLRAD, 2005, p. 219).

A representação dessa expressão também é notada por SR:

Eu percebo assim, que tem algumas preocupações mas também tem muito jogo de interesse, então ta tendo as preocupações, tem muita pessoa que ta engajada, mas eu acho também que tem muita coisa que ta mascarada, que é só no papel, muita mídia, muita publicidade (SR).

Embora os discursos apresentem a justiça socioambiental como uma necessidade, o pensamento de alienação, a falta de iniciativas e o conformismo de esperar que seus problemas sejam resolvidos por leis, também, são ideias percebidas nas falas:

Nossa.....[pensativa], eu pra ser sincera, na minha cidade quase não vejo, talvez nem exista, porque o que eu acredito assim, vindo de forma geral, é falado da necessidade, muito falado da necessidade, mas é pouco feito, ou se é feito não é divulgado (Er).

Eu acho meio complicado sem leis assim sem muitas, sabe esse tipo de coisa, sem fazer uma pressão mesmo, se não for uma coisa assim que seja lei mesmo, se for uma coisa facultativa eu acho meio complicado, e maioria das coisas, que nem a Agenda 21, a gente vê que é facultativo, não tem aquele compromisso do governo de cumprir (Fer).

Para Leff (2001) a educação ambiental requer uma ciência sobre os processos socioambientais emergentes, e que contribua para que o cidadão se empodere de seus direitos e assume novas responsabilidades nos espaços onde atua a partir de uma “ótica holística e um enfoque interdisciplinar”.

Para que nasça uma cultura política socioambiental que priorize a sustentabilidade é possível pensar nos relatos aqui apresentados como uma experiência sociocultural importante na ampliação das práticas implementadas pela educação ambiental para um (re)inventar da política brasileira e como espaço para a compreensão da educação e do ser educador socioambiental.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A consciência sobre a importância da educação ambiental como um movimento pertinente de transformações de valores, com ação política democrática e reorganização das relações humanas, e não só da conservação, preservação e recuperação do ambiente natural é adquirida a partir do conhecimento das causas e efeitos que certas ações podem provocar. Uma vez que esse conhecimento esteja sedimentado é possível partir para a ação prática de forma crítica.

Compreendemos que é preciso estabelecer e fortalecer as políticas públicas, sejam elas municipais ou estaduais de educação ambiental. Contudo é necessário melhorar, articular e fortalecer as redes sociais de educação ambiental e os Coletivos Educadores para que aconteça de fato o enraizamento da educação ambiental orientada por uma nova ética.

REFERÊNCIAS

AMPOS, M. M. F. Educação Ambiental e Paradigmas de Interpretação da Realidade: **Tendências Reveladas**. Campinas, SP. 2000.

BARBOSA, L. C. Políticas Públicas de Educação Ambiental numa Sociedade de Risco: Tendências e Desafios no Brasil. **Anais [...]** IV Encontro Nacional da Anppas. Brasília, DF, 2008.

BRASIL. **Lei 6938 de 1981**. Dispõe: Sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/edu_ambiental/popups/lei_federal.htm. Acesso em: 10 out. 2018.

BRASIL. **Lei 9394 de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 10 out. 2018.

BRASIL. **Lei 9795 de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm. Acesso em: 10 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Educação Ambiental – **ProNEA**. 2005. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/pronea3.pdf. Acesso em: 05 out. 2018.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Secretaria Executiva Diretoria de Educação Ambiental. 2006, 105 p.

Carta da Terra. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/carta-da-terra.html>. Acesso em: 01 out. 2018.

CORRÊA-BIASOLI, D. A. **Indícios da Constituição do Sujeito Socioambiental. Dissertação** (Mestrado) - Educação - Centro Universitário Moura Lacerda. Ribeirão Preto, São Paulo, 2008, 124 p.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. 6ª Ed. Editora: Gaia, São Paulo, 2000.

FERNANDES, A. E. F. **A Educação Ambiental, O Papel do Estado e as Políticas Públicas no Brasil**. Disponível em: <http://www.gestaouniversitaria.com.br/edicoes>. Acesso em: 05 set. 2010.

FERRARO JR., L. A. e SORRENTINO, M. Coletivos Educadores. In: FERRARO JR, L. A. (org.). **Encontros e Caminhos: Formação de Educadoras (es) Ambientais e Coletivos Educadores**. Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2000, p.57-70.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Miniaurélio: o dicionário da língua portuguesa**. 8. ed. Curitiba: Positivo, 2010. 895 p. ISBN 978-85-385-4240-7.

GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra**. São Paulo: Petrópolis, 2001.

GONÇALVES, P. M. C. Juventude, Meio Ambiente e Educação: da investigação das trajetórias de vida à discussão de políticas públicas, considerações iniciais para a pesquisa. **Anais [...]** V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC. UNB. EPEA, 2007.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, no. 118, 2003, p. 189-205.

LEFF, E. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

PEDRINI, A. G. **As Políticas Públicas Nacionais com Educação Ambiental no Brasil**: Evolução e Perspectivas. Disponível em: http://www.ufmt.br/gpea/pub/pedrini_pp_ea.pdf. Acesso em: 28 out. 2010.

REIGOTA, Marcos. **O que é Educação Ambiental**. São Paulo, SP: Brasiliense, 1996.

TAMAIIO, I. **O Professor na Construção do Conceito de Natureza**: uma experiência de Educação Ambiental. São Paulo, SP: Annablume: WWF 2001.

SÃO PAULO. **Lei 12780 de 2007**. Institui a Política Estadual de Educação Ambiental. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/lei-12780-30.11.2007.html>. Acesso em: 05 out. 2018.

SATO, Michèle. Educação para o Ambiente Amazônico. **Tese** (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, 1997, 245 p. Disponível em: http://www.lapa.ufscar.br/pdf/tese_doutorado_michele_sato.pdf. Acesso em: 30 set. 2017.

SORRENTINO, M, TRAJBER, R. MENDONÇA, P. FERRARO JR, L. A. Educação Ambiental como política pública. **Revista Educação e Pesquisa**. São Paulo. vol. 31, no 2, maio/ago., 2005, p. 285-299.

SPAZZIANI, M. L. e SORRENTINO, M. O Projeto de Intervenção Educacional na Formação de Educadores Ambientais. (Texto produzido para o curso de especialização "Formação de educadores ambientais para sociedades sustentáveis"). Piracicaba, São Paulo: ESALQ/USP, 2000.

SPAZZIANI, M. L. e GONÇALVES, M. F. C. Construção do Conhecimento. In: FERRARO JR, L. A. (org.). **Encontros e Caminhos**: Formação de Educadoras(es) Ambientais e Coletivos Educadores. 1 ed. Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2005, p. 123-132.

SPAZZIANI, M. L. A Educação Ambiental no desenvolvimento da identidade e de práticas sociais em alunos do ensino fundamental. **Anais [...] 29ª Reunião da Anped**, Caxambu, MG, 2006. Disponível em: <http://29reuniao.anped.org.br/trabalhos/trabalho/GT22-1818--Int.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

SPAZZIANI, M. L. Política Pública e Educação Ambiental: O Programa "Vamos Cuidar do Brasil com as Escolas". **Anais [...] VIII Encontro Nacional de Pesquisa**, Campinas, SP, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0760-1.pdf. Acesso em: 20 set. 2018.

DESENVOLVIMENTO DE COLETORES RECICLÁVEIS: TRABALHANDO EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM UMA ESCOLA MUNICIPAL DE PASSIRA - PE

Data de aceite: 01/02/2021

Ricardo Sérgio da Silva

<http://lattes.cnpq.br/8354808367373706>

Samuel Lima de Santana

<https://orcid.org/0000-0003-4234-5907>

Edson Francisco do Carmo Neto

<http://lattes.cnpq.br/3024251927221479>

Rosana Maria da Silva

<https://orcid.org/0000-0003-4234-5907>

Gabriel Henrique de Lima

<http://lattes.cnpq.br/5519728384719506>

Maria Gislaíne Pereira

<http://lattes.cnpq.br/9300953379210610>

Luci Claudio Cassimiro de Amorim

<http://lattes.cnpq.br/0629740676200951>

Paulo Henrique Oliveira de Miranda

<http://lattes.cnpq.br/5840083869575860>

Luzia Abílio da Silva

<http://lattes.cnpq.br/0975880125587960>

Eduarda Santos de Santana

<http://lattes.cnpq.br/3824051299037492>

Suzana Cinthia Gomes de Medeiros Silva

<http://lattes.cnpq.br/7883531844126983>

RESUMO: A problemática dos resíduos sólidos caracteriza-se como uma questão emergente da sociedade atual devido aos problemas ambientais causados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias, as quais liberam no meio ambiente substâncias poluentes como os metais pesados chumbo, mercúrio, níquel e cádmio, além de manganês, cobre, cromo e zinco que são capazes de causar danos à saúde humana e ao ecossistema. O presente estudo teve como objetivo trabalhar a educação ambiental por meio da confecção de coletores de pilhas e baterias em uma escola municipal de Pernambuco. O método de pesquisa foi quali-quantitativo e desenvolvido juntamente com alunos do nono ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Maurina Rodrigues dos Santos, onde na primeira etapa os estudantes realizaram entrevistas por meio de um questionário estruturado na instituição de ensino e na comunidade do entorno escolar versando em torno do tema “descarte de pilhas e baterias”. A partir dos dados analisados foram criados gráficos para melhor apresentar os resultados. Posteriormente, houve a confecção dos coletores de pilhas feitos de latas de leite vazias. Os estudantes escolheram um local estratégico para que os coletores alcançassem o máximo de estudantes possível e então foi realizada uma sensibilização com as demais turmas da instituição e os coletores foram sobrepostos nos locais escolhidos. Os resultados obtidos através do projeto papapilhas demonstraram a importância da educação ambiental nas escolas e da conscientização das crianças sobre o impacto que uma simples pilha ou bateria pode ocasionar no meio ambiente.

Consequentemente através da conscientização desses jovens pode-se mudar ações, hábitos e comportamentos da sociedade adulta.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental, descarte de pilhas e baterias, sensibilização, coletores recicláveis.

DEVELOPMENT OF RECYCLABLE COLLECTORS: WORKING ENVIRONMENTAL EDUCATION IN A MUNICIPAL SCHOOL OF PASSIRA - PE

ABSTRACT: The solid waste is an emerging issue in today's society due to environmental problems caused by the incorrect disposal of batteries, which release pollutants such as lead, mercury, nickel and cadmium into the environment, manganese, copper, chromium and zinc that are capable of causing harm to human health and the ecosystem. The present study aimed to work on environmental education through the collection of batteries in a municipal school in Pernambuco. The research method was quantitative and qualitative developed together with students from the ninth grade of Primary School of the Municipal School Maurina Rodrigues dos Santos, where in the first stage the students conducted interviews through a questionnaire structured in the teaching institution and in the surrounding community about the "disposal of batteries". From the analyzed data, graphs were created to better present the results. Subsequently, the collection of batteries made of empty milk cans was made. The students chose a strategic location so that the collectors could reach as many students as possible and then an awareness was made with the other classes of the institution and the collectors were overlapped in the chosen places. The results obtained through the papaiilhas project demonstrated the importance of environmental education in schools and the awareness of children about the impact that a simple battery can have on the environment. Consequently through the awareness of these young people can change the actions, habits and behaviors of adult society.

KEYWORDS: Environmental education, disposal of batteries, awareness and recyclable collectors.

1 | INTRODUÇÃO

As pilhas e baterias são amplamente utilizadas em nosso dia-a-dia para os mais diversos fins como, por exemplo, em aparelhos como rádios, televisores, brinquedos, câmeras, relógios, calculadoras, telefones, computadores etc. No Brasil, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2008), são produzidas anualmente cerca de 800 milhões de pilhas e baterias.

Pilhas e baterias possuem em sua composição metais pesados como chumbo, mercúrio, níquel e cádmio, além de manganês, cobre, cromo e zinco (TAGORE, 2009). Por apresentarem esses elementos, são consideradas como resíduos perigosos, uma vez que oferecem grande risco ao meio ambiente, se não forem descartadas corretamente. Dentre esses metais pesados que podem oferecer maiores riscos para a saúde humana, se não forem descartados corretamente, estão o chumbo, mercúrio e o cádmio (AFONSO et al., 2003). Devido ao fato desses elementos serem acumulativos e pouco eliminados

pelo organismo, podem provocar sérios danos aos órgãos internos e diversos problemas de saúde.

Em razão da sua composição, pilhas e baterias não devem ser descartadas no lixo urbano e nem encaminhadas aos aterros sanitários. O descarte desses materiais no lixo doméstico é um fato extremamente grave, pois nos aterros, expostos ao sol e à chuva, as pilhas se oxidam, rompem seu material de proteção, permitindo que os metais pesados sejam liberados e atinjam os lençóis freáticos, córregos e riachos. Assim, esses metais podem entrar nas cadeias alimentares através da ingestão dessa água contaminada, ou até mesmo pelo consumo de produtos agrícolas que foram irrigados com a água desses reservatórios (GOMES; MELO, 2006).

A legislação brasileira proíbe o lançamento de pilhas e baterias a céu aberto. Segundo CONAMA nº 401/2008 (BRASIL, 2008), os estabelecimentos que comercializam pilhas e baterias devem receber de volta os produtos usados de seus consumidores e entregá-los aos fabricantes ou importadores para que estes deem a destinação final adequada. Contudo, embora determinado por lei, no Brasil o recolhimento de pilhas e baterias ainda é ineficiente.

Por falta de informação e divulgação sobre os danos causados pelas pilhas e baterias ao meio ambiente e por carência de postos de coleta, o descarte inadequado é um dos grandes problemas encontrados atualmente (IPT, 2004). Grande parte da população desconhece a periculosidade de seus componentes ao meio ambiente e à saúde humana, descartando pilhas e baterias juntamente ao lixo domiciliar.

A Educação ambiental representa uma importante ferramenta para a conscientização e participação ativa da comunidade na adequação de hábitos e incorporação de comportamentos sustentáveis e de equilíbrio ambiental.

Diante disso, uma das alternativas de minimizar os problemas causados com o descarte incorreto de pilhas é a criação de programas de coleta e reciclagem. O objetivo deste trabalho foi sensibilizar a comunidade escolar do município de Passira, interior de Pernambuco, sobre a necessidade de dar um destino correto as pilhas e baterias, reduzindo a quantidade desse material lançado inadequadamente no meio ambiente, propondo a criação de coletores recicláveis de pilhas e baterias como uma alternativa de minimizar os agravos a saúde humana e ao meio ambiente.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas últimas décadas, o consumo e conseqüentemente a produção de dispositivos eletrônicos portáteis tem aumentando significativamente. Tais dispositivos eletrônicos requerem pilhas e baterias, as quais fornecem a energia necessária para que possam realizar suas funções (KEMERICH et al., 2012). Frente a isso, ocorre um aumento da produção e consumo de pilhas e baterias em nosso país.

Pilhas são mini-usinas portáteis que transformam energia química em elétrica e o conjunto de pilhas forma uma bateria (WOLFF; CONCEIÇÃO (2000) NBR 9514/86). A grande maioria das pilhas e baterias utilizadas são descartadas no meio ambiente quando alcançam seu esgotamento energético (PEREIRA; ESPINOSA, 2012). Essa atitude tem sido comumente observada pela humanidade (CARLA; GOMES; MELO, 2006).

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) cerca de 1% do lixo urbano é composto por resíduos sólidos que possui em sua composição elementos tóxicos e poluentes, sendo nessa perspectiva que as pilhas e baterias se enquadram (BRUM, 2011).

No Brasil, as pilhas e baterias não têm recebido a devida atenção, mesmo diante aos impactos ambientais que já foram reportados na literatura (OLIVEIRA; PEREIRA, 2016). Segundo Agourakis et al. (2006), a disposição inadequada, porém legalizada, das pilhas é feita nos lixões, isto é, em aterros não controlados para onde é destinada a maioria dos resíduos sólidos domiciliares do Brasil. O descarte desses dispositivos não deve ser realizado em lixeiras comuns (OLIVEIRA; PEREIRA, 2016). Esses dispositivos são considerados um grave problema ambiental, pois em sua composição contêm metais pesados e substâncias nocivas ao meio ambiente, como o cádmio, o mercúrio, hidróxido de potássio e cloreto de amônio, além de apresentarem características corrosivas, reativas e tóxicas (NBR 10.004) e segundo a ABNT (2004) são classificadas como resíduos perigosos (classe I). A pilha de tipo alcalina contém também o mercúrio, uma das substâncias mais tóxicas de que se tem conhecimento (CERETTA; FROEMMING, 2013).

Um dos grandes problemas enfrentados para o correto descarte de pilhas e baterias usadas é a falta de conhecimento da população sobre o perigo de desprezar esse tipo de resíduo de maneira inadequada (ESPINOSA; TENÓRIO, 2004). Tal descarte de pilhas de maneira indevida é um fato extremamente grave.

Devido à corrosão da blindagem das pilhas dispostas em aterros ditos controlados e lixões que ao serem expostas ao sol e chuvas as pilhas oxidam e se rompem, deflagrando uma série de inconvenientes; com isso os metais pesados presentes são liberados no ambiente tem a propriedade de bioacumulação por meio da cadeia alimentar gerando efeitos tóxicos no organismo humano e de outros animais. Por isso, há a necessidade de uma destinação especial para este material (MILANI, 1999; AFONSO et al., 2003). Com o passar do tempo, ocorre inevitavelmente à contaminação de plantas, solos e lençóis freáticos, pois o chorume produzido nesses lixões atravessa o solo, e contamina os reservatórios de água subterrâneos.

Uma vez que um elemento químico potencialmente tóxico é absorvido em taxas elevadas no organismo inúmeras doenças podem ser causadas, tais como, câncer, mutações genéticas, insuficiência renal crônica, inflamações dos pulmões, insuficiência cardíaca, distúrbios digestivos e danos nas articulações (KEMERICH et al., 2012).

Legalmente, a Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008), estabeleceu os limites máximos de chumbo, Cádmiio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no Brasil e retrata que esses resíduos deveriam retornar para seus fabricantes, garantindo uma destinação adequada e reciclagem de tais resíduos, diminuindo a possibilidade de contaminação, como também diminuir a utilização de recursos naturais, o desperdício de matéria-prima na produção de novos materiais e o consumo de energia, tendo em vista que além da reciclagem promover a recuperação de metais e compostos presentes nas pilhas e baterias é fator primordial (OLIVEIRA; PEREIRA, 2016).

Mediante a necessidade de minimizar os impactos ambientais decorrentes da destinação inadequada de pilhas e baterias, a literatura aponta como boa alternativa a implantação de coletores recicláveis em espaços públicos, ação que pode começar na escola e posteriormente abranger a comunidade. Dessa forma, a escola pode tornar-se um ponto de reciclagem desses materiais, buscando parcerias que possam ser concretizadas com ações sustentáveis (ROA et al., 2009; LIMA, 2011).

3 | METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, visto que busca informações para geração de conhecimento visando à solução de problemas concretos do cotidiano da população (SILVA; MENEZES, 2001).

O estudo foi realizado na Escola Municipal Maurina Rodrigues dos Santos, na cidade de Passira, Pernambuco. A metodologia aplicada para o desenvolvimento deste projeto ocorreu por meio de pesquisas bibliográficas com o intuito de analisar os principais desafios do tema abordado e melhor direcionamento do enfoque do estudo.

Posteriormente, o tema foi explanado em uma turma de nono ano com o intuito de analisar o interesse de participação dos estudantes. Em seguida, os estudantes realizaram entrevistas tanto na instituição de ensino como na comunidade do entorno escolar, acerca do tema descarte de pilhas e baterias por meio de um questionário estruturado (Figura 1).

QUESTIONÁRIO

1. Você utiliza pilhas e baterias?
SIM () NÃO ()
2. Qual (is) a(s) utilidade(s) dessas pilhas e baterias para você?
RÁDIO () CELULAR ()
RELÓGIO () OUTROS ()
QUAIS? _____
3. Onde você descarta esses materiais?
QUALQUER LOCAL () LIXEIRA
COMUM () QUEIMA ()
DEVOLVE AO LOCAL ONDE
COMPROU ()
4. Como seria viver sem o auxílio das pilhas e baterias?
FÁCIL () DIFÍCIL ()
IMPOSSÍVEL ()
5. Você acha que o descarte incorreto de pilhas e baterias possa trazer algum malefício a saúde?
SIM () NÃO ()
6. Você sabe do que são feitas (Composição) as pilhas e baterias?
SIM () NÃO ()
7. Alguém já lhe falou sobre o impacto ambiental relacionado ao descarte incorreto desses materiais?
SIM () NÃO ()
8. Você sabe o que é a toxicidade de um metal?
SIM () NÃO ()

Figura 1. Questionário estruturado, tais questões foram feitas pelos alunos da escola Maurina Rodrigues dos Santos aos membros da comunidade.

Cinquenta pessoas foram entrevistadas com idades e escolaridade variadas. Os dados foram então analisados e gráficos foram montados.

Depois da aplicação dos questionários foi realizado a confecção de três coletores de pilhas e baterias, utilizando latas de leite vazias, emborrachados E.V.A. e papéis sulfite. Após a confecção foram escolhidos locais estratégicos na escola para que os coletores alcançassem o máximo de pessoas. Em seguida foi realizada uma palestra de sensibilização com as demais turmas da instituição e os coletores foram sobrepostos nos locais escolhidos.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante aos métodos utilizados foi observado que a maioria da população (60%) usa pilhas e baterias das mais diversas formas, dentre elas, em relógios e aparelhos celulares. O celular se mostrou o alvo principal de utilização das baterias, 60% dos entrevistados relataram não ser possível viver sem o auxílio desses dispositivos. Quanto ao descarte, dos 50 entrevistados, 34 deles afirmaram descartar as pilhas e baterias na lixeira comum, 10

entrevistados afirmaram descartar em qualquer local e 6 indivíduos afirmaram devolver ao local de compra. 60% da população não conhece a composição das pilhas e baterias e por esse motivo não tem certeza sobre os malefícios que estas representam.

Mesmo que o conhecimento científico seja pouco consolidado ou inexistente na vida dos nossos entrevistados, percebemos que 40% deles já ouviram falar sobre o perigo do descarte incorreto de pilhas e baterias, mostrando assim que os conhecimentos acerca do tema em questão ainda não estão bem estruturados na população. 60% dos entrevistados demonstraram saber a definição da toxicidade de um metal, porém, demonstrando não saber especificamente quais os malefícios severos que essa toxicidade pode nos trazer.

Kemerich et al. (2012) estudou sobre o tema abordado entrevistando cerca de 100 pessoas e verificou que o consumo de pilhas e baterias pode chegar até a quantidade de 19,5 por pessoa. Os entrevistados nesse estudo afirmaram jogar pilhas que não possuíam mais utilidade no lixo comum, corroborando assim com nosso estudo, uma vez que a maioria dos entrevistados afirmaram também exercer essa prática. Com isso percebemos que não se possui ainda uma conscientização sobre os malefícios a longo prazo que o descarte incorreto pode acarretar. Nesse mesmo estudo ainda, foi destacado que cerca de 90% da população afirmaram saber sobre a toxicidade das pilhas, não corroborando com nosso estudo, uma vez que apenas a minoria dos nossos entrevistados (40%) demonstrou saber sobre a toxicidade.

Esses resultados divergentes podem ser explicados pelo grau de instrução não específica da população do nosso estudo, uma vez que os conhecimentos científicos e uma maior sensibilização pode ser dada de acordo com este fato.

No nosso estudo entrevistamos adultos, porém, aleatoriamente, sem nenhuma relação com o grau de instrução estabelecido pelas pessoas. Em relação às questões de conhecimento sobre a composição das pilhas e baterias e possíveis danos causados a saúde, Brum (2011) também observou que cerca de 36% declararam não ter conhecimento da sua composição, o que fortalece nosso resultado, onde no presente estudo esse número foi de 40%.

Ainda de acordo com Brum (2011) 46% dos entrevistados declararam não ter conhecimento dos problemas que a contaminação por produtos como mercúrio, cobre e chumbo pode causar à saúde humana, em nosso trabalho, 60% dos entrevistados responderam que acham que o descarte incorreto desse material pode trazer algum malefício a saúde, porém, muito provavelmente não souberam qual seria.

No que diz respeito as consequências do descarte desses objetivos no meio ambiente, 60% dos nossos entrevistados afirmaram que já foi falado a eles a respeito dos impactos ambientais causados por pilhas e baterias. Além disso, 60% também afirmam saber o que é a toxicidade de um metal, embora demonstrassem não saber especificamente quais os malefícios que essa toxicidade pode nos trazer.

51 CONCLUSÕES

De acordo com nossa coleta de dados e análise dos resultados, é possível concluir que há uma grande defasagem sobre os assuntos que permeiam o descarte incorreto de pilhas e baterias e seus malefícios. Desta forma o desenvolvimento de coletores recicláveis foi uma forma de sensibilização abrangente que está permitindo o traçar de novos caminhos para o descarte de pilhas e baterias. Podemos também salientar a importância de tal ação ser implementada em outras escolas, tanto no município de Passira quanto em cidades vizinhas, visto que tal ação desperta a atenção dos alunos e familiares envolvidos, bem como da comunidade, pois esta acaba por despertar um senso de curiosidade e passa a querer saber mais sobre o assunto, o que faz de tal estratégia uma ferramenta de sensibilização de toda uma comunidade envolvida nesta ação.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. C.; BARANDAS, A. P. M. G.; SILVA, G. A. P.; FONSECA, S. G. Processamento da pasta eletrolítica de pilhas usadas. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 573-577, 2003.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008**. 2008. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>> Acesso em: 10 de nov. 2020.

BRUM, Z. R.; SILVEIRA, D. D. Educação Ambiental no uso e descarte de pilhas e baterias. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 205-213, 2011.

GOMES, A. C. L.; MELO, S. R. Pilhas e efeitos nocivos. **Arq Mudi**, v. 10, n. 3, p. 1-15, 2006. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Pilhas. 2004. Disponível em: <<https://www.ipt.br/>> Acesso em: 11 de maio. 2018.

KEMERICH, P. D. C.; et al. Descarte indevido de pilhas e baterias: A percepção do problema no município de Frederico Westphalen - Rs. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1680-1688, 2012.

LAUFFER, L. G. **Anais do Seminário sobre Reciclagem de Resíduos Industriais**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo, 2000.

LIMA, L. C. C. **Reciclagem de pilhas e baterias como temática ambiental/CTS para o estudo da eletroquímica**. 2011. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade de Brasília, Instituto de Química. Brasília - DF, 2011.

MARIA, W.; GÜNTHER, R. **Impactos ambientais e sanitários causados por descarte**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 1985.

MILANI, M. Reciclar. **Revista Crea/PR**, v. 2, n. 6, p. 22-25, 1999.

NOGUEIRA, D.; VENTURA, D. Ap.; FABOCCI, R. T. S.; LIMA, A. A.; ARÇARI, D. P. **Pilhas e Baterias descarte correto e reciclagem**. p. 1-13, 2003. Disponível em: <https://portal.unisepe.com.br/unifia/wpcontent/uploads/sites/10001/2018/06/4gestao_foco_Pilhas.pdf> Acesso em: 10 de nov. 2020.

OLIVEIRA, V. C.; PEREIRA, N. A. **Sistema de coleta para destino final de pilhas e baterias: Uma alternativa sustentável em instituições de Ensino Superior**. IN: XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA - Centro-Oeste. p. 163-170, 2016.

PEREIRA, R. S. D. P.; ESPINOSA, D. C. R. Characterization of spent batteries collected in a recycle bin. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 25, n. 1, p. 60-67, 2012.

ROA, K. R. V.; SILVA, G.; NEVES, L. B. U.; WARIGODA, M. S. **Pilhas e baterias: Usos e Descartes X Impactos Ambientais**. Caderno do professor e Caderno do aluno. GEPEQ-USP: Curso de formação continuada de professores 2008/2009. Mogi das Cruzes, 2009.

SISINNO, C. L. S. Disposição em aterros controlados de resíduos sólidos industriais não-inertes: avaliação dos componentes tóxicos e implicações para o ambiente e para a saúde humana. **Cad. Saúde Pública**. v. 19, n. 2, p. 369-374, 2003.

TAGORE, V. Promovendo a reciclagem de pilhas e baterias. Meio ambiente, fevereiro de 2009. Disponível em: <http://www.revistameioambiente.com.br/2009/02/09/promovendo-a-reciclagem-de-pilhas-e-baterias/>

TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Reciclagem de Pilhas e Baterias. IN: Symposium: A Quarterly Journal In Modern Foreign Literatures, n. 4, p. 1-9, 1998.

VIEIRA, K. N.; SOARES, T. O. R.; SOARES, L. R. A logística reversa do lixo tecnológico: Um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da BRASKEM. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 120-136, 2009.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLÉCIO DANILO DIAS DA SILVA - Doutorando em Sistemática e Evolução pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN (2018). Especialista em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN (2017). Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN (2019). Especialista em Tecnologias e Educação a Distância pela Faculdade São Luís – FSL (2020). Graduado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Facex - UNIFACEX (2015). É revisor dos periódicos Hólos; Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar; Carpe Diem e Retratos da Escola. Tem vasta experiência em Zoologia de Invertebrados, Ecologia aplicada; Educação em Ciências e Educação Ambiental. Áreas de interesse: Fauna Edáfica; Taxonomia e Ecologia de Collembola; Ensino de Biodiversidade e Educação para Sustentabilidade.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura 39, 41, 84, 94, 106, 130, 131, 133, 138, 141, 160, 163, 165, 167, 168, 169, 170, 173, 174, 178, 180, 182, 185, 186, 188, 201, 202, 246, 248, 255, 267

Agroecologia 129, 158, 159, 163, 165, 166, 167, 182, 185, 186, 254, 255

Agrotóxicos 15, 23, 165, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186

Água 3, 9, 10, 16, 18, 71, 95, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 129, 131, 132, 135, 136, 139, 142, 164, 177, 179, 180, 181, 199, 200, 202, 209, 212, 214, 217, 218, 220, 241, 246, 248, 249, 250, 254, 258, 260, 282, 293, 294

Alelopatia 267, 269, 270, 271, 273, 275

Áreas de Preservação Permanentes 131

Ativo Ambiental 5, 6

B

Baterias 15, 209, 215, 219, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299

Biomassa 108, 109, 110, 111, 112, 247, 251, 252, 253

C

Cogumelos 257, 258, 259, 261

Coletivos Educadores 278, 280, 285, 288, 289, 290

Coletores Recicláveis 291, 292, 293, 295, 298

Compostos Alelopáticos 270, 271, 273, 274

Conflitos Socioambientais 197, 198, 199, 208

Conservação 2, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 151, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 184, 288

Contabilidade Ambiental 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12

D

Degradação 5, 6, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 178, 179, 180, 181, 202, 209, 212, 213, 235, 281

Descarte de Lixo 13

E

Ectomicorrização 105, 107, 108

Ectomicorrizas 105, 106, 107

Educação Ambiental 2, 22, 23, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290,

291, 292, 293, 298, 300

F

Fisiologia Vegetal 267, 269, 275, 277

G

Genética 25, 44, 267, 269, 270, 271, 275

Gestão Ambiental 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 21, 22, 23, 209, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 219, 220, 221, 222

H

Habituação de Emergência 232, 233, 235, 237, 239

Herbicida 170, 179, 187, 188, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 252, 255, 273

Hidrometeorológicos 116, 117, 118, 119, 123, 127

I

Impactos Ambientais 2, 181, 183, 184, 202, 209, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 220, 294, 295, 297, 298, 299

L

Logística Reversa 224, 299

M

Manitol 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263

Mata Atlântica 159, 160, 163, 166, 167, 198

Meio Ambiente 2, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 157, 158, 159, 163, 166, 167, 168, 170, 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 185, 186, 208, 211, 214, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 235, 238, 246, 248, 267, 269, 271, 275, 280, 281, 285, 286, 287, 289, 291, 292, 293, 294, 297, 299

Mineração 197, 198, 200, 204, 207, 208

N

Nutriente 64, 257

O

Oficinas Mecânicas 209, 211, 212, 213, 216, 217, 221, 222

P

Passivo Ambiental 1, 6, 7, 9, 11

Pesticidas 168, 172, 173, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 185, 186

Pilhas 15, 215, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299

Planejamento Urbano 232, 233, 234, 235, 237, 238, 239

Poluição Atmosférica 181, 185

Pragas Agrícolas 176

Preservação Ambiental 1, 138, 159, 219

Q

Química Orgânica 267, 269, 271, 273, 275

R

Racismo Ambiental 197, 203, 206, 207

Reciclagem 3, 13, 15, 17, 19, 21, 22, 209, 214, 218, 219, 220, 282, 283, 293, 295, 298, 299

Recursos Hídricos 10, 130, 131, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 180, 184

Resíduos Domésticos 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21

Resíduos Industriais 209, 210, 298

Responsabilidade Social 1, 3, 9, 10, 11, 23, 143, 232, 278

S

Saúde 14, 15, 23, 140, 168, 170, 171, 172, 173, 176, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 202, 213, 215, 238, 248, 258, 291, 292, 293, 297, 299

Sementes 107, 168, 169, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 268, 270, 271, 272, 273, 274

Sensibilização 209, 216, 279, 291, 292, 296, 297, 298

SNUC 145, 150, 156

Solo 13, 14, 15, 16, 20, 21, 27, 29, 46, 61, 63, 89, 91, 93, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 118, 139, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 171, 177, 178, 179, 182, 183, 184, 199, 212, 213, 223, 228, 229, 230, 239, 248, 249, 255, 271, 272, 294

Sustentabilidade 5, 10, 14, 23, 129, 130, 132, 138, 143, 158, 163, 182, 207, 213, 220, 222, 246, 248, 254, 255, 278, 280, 282, 288, 289, 300

T

Teste de Germinação 246, 247, 248, 250, 254

U

Unidades de Conservação 136, 137, 142, 144, 145, 146, 147, 155, 157, 159

Conservação e Meio Ambiente

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021

Conservação e Meio Ambiente

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021