

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/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. 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

Samyly 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

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

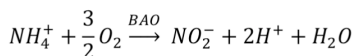
Proceso nitrificación-desnitrificación (NDN)

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

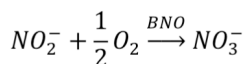
La nitrificación es llevada a cabo por bacterias autótrofas aerobias, más específicamente, bacterias quimiolitautótrofas (que usan sustancias químicas como fuente de energía), estos organismos nitrificantes los podemos clasificar en dos grandes grupos, las Bacterias Amino Oxidantes (BAO) y las Bacterias 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

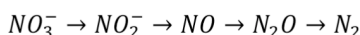
es transformado en Hidroxilamina (NH_2OH) por la enzima Amonio Mono-Oxigenasa (AMO), y por medio de la enzima Hidroxilamina Óxido-Reductasa (HAO), es convertida a nitrito, consumiendo en esta etapa, la mayor cantidad de oxígeno disuelto. La reacción de nitrificación es la siguiente:



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 coste 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

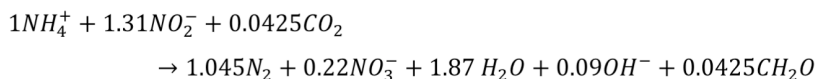
En 1977, Broda plantea la posible existencia de una variedad de microorganismos capaces de oxidar el amonio a N_2 por medio del nitrato u Oxígeno, todo esto por medio de cálculos termodinámicos, pero sin ninguna demostración (Mulder et al, 1995). Es 10 años después, cuando en una compañía holandesa de 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).

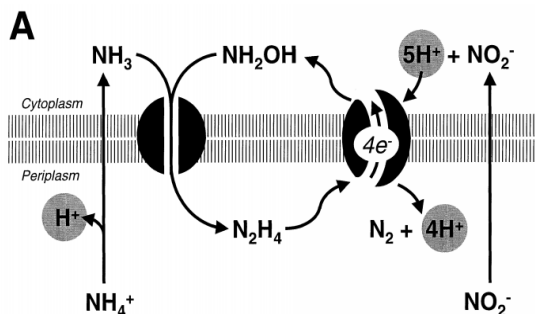


Ilustración 1. Primer mecanismo propuesto por Jetten en 1995

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).

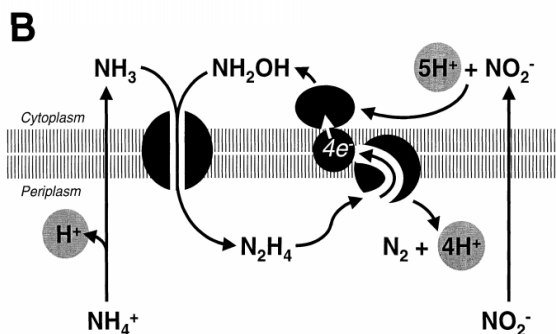


Ilustración 2. Segundo mecanismo propuesto por Jetten en 1995

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).

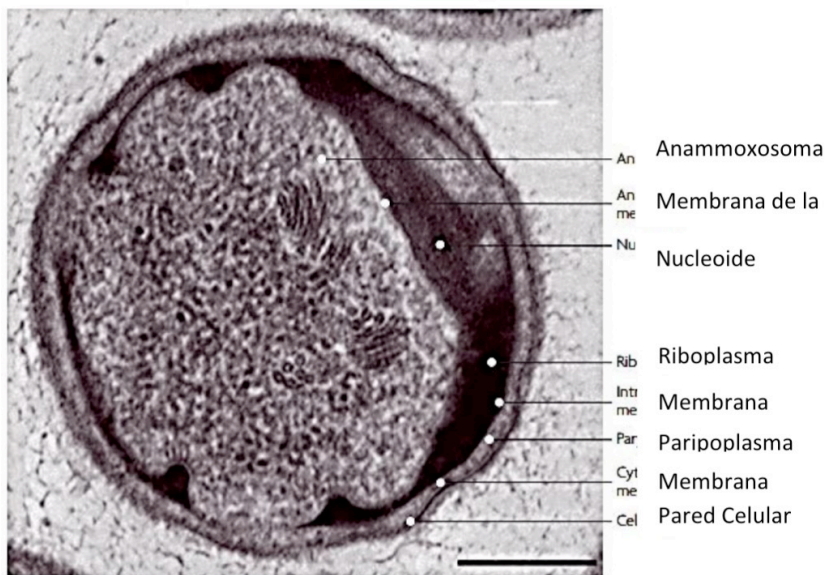
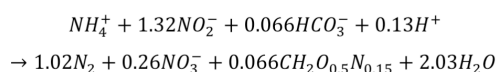


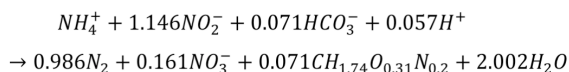
Ilustración 3. Microfotografía electrónica de transmisión de una célula *Candidatus Kuenenia stuttgartiensis*, (L. van Niftrik, Universidad de Radboud, Nijmegen, Holanda) (Kuenen, 2008).

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.

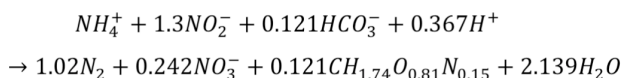
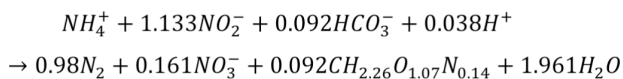


En el 2014, Lotti y colaboradores propone una nueva ecuación estequiométrica, deducida a través de un reactor MBR con una precisión mayor en el balance de carbonos y un balance de electrones con un menor error.



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 estequiometria 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 Lloodrecht, 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.

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