



Helenton Carlos Da Silva  
(Organizador)

# Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

**Atena**  
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva  
(Organizador)

# Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. 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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
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  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
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. 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  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
D371	<p>Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 4 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-952-3 DOI 10.22533/at.ed.523202101</p> <p>1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628.362</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 29 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia sanitária e ambiental, tendo como base suas demandas essenciais interfaces ao avanço do conhecimento.

Os serviços inerentes ao saneamento são essenciais para a promoção da saúde pública, desta forma, a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas constitui fator de prevenção de doenças, onde a água em quantidade insuficiente ou qualidade imprópria para consumo humano poderá ser causadora de doenças; observa-se ainda o mesmo quanto à inexistência e pouca efetividade dos serviços de esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e de drenagem urbana.

Destaca-se ainda que entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, sendo ele o setor de saneamento.

O plano de saneamento básico é o instrumento indispensável da política pública de saneamento e obrigatório para a contratação ou concessão desses serviços. A política e o plano devem ser elaborados pelos municípios individualmente ou organizados em consórcio, e essa responsabilidade não pode ser delegada. O Plano deve expressar o compromisso coletivo da sociedade em relação à forma de construir o saneamento. Deve partir da análise da realidade e traçar os objetivos e estratégias para transformá-la positivamente e, assim, definir como cada segmento irá se comportar para atingir as metas traçadas.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia sanitária e ambiental, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas demandas essenciais do conhecimento da engenharia sanitária e ambiental. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do

conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ALGORITMO DE BUSCA EXAUSTIVA PARALELA EM PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Artemisa Fontinele Frota Luís Henrique Magalhães Costa Rafael Pereira Maciel Marco Aurélio Holanda De Castro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>25</b>
POÇO ARTESIANO; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA QUE ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE	
Angela Maria Coêlho de Andrade Caio Cesário de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>38</b>
AVALIAÇÃO DE DIGESTOR ANAERÓBIO PARA OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL E VIABILIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS NA GERAÇÃO DE ENERGIA	
Felipe R. A. dos Santos Clément Van Vlierberghe Guilherme F. Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>52</b>
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA, SUINOCULTURA E LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO ( <i>Zea mays</i> L.)	
Rhégia Brandão da Silva Leonardo Duarte Batista da Silva Alexandre Lioi Nascentes Antonio Carlos Faria de Melo Dinara Grasiela Alves Everaldo Zonta João Paulo Francisco Marcos Filgueiras Jorge	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>76</b>
DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB APLICADA À HIDRÁULICA DE CANAIS	
Lenise Farias Martins Rafael Pereira Maciel Luis Henrique Magalhães Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021015</b>	



**CAPÍTULO 6 ..... 86**

ESTUDO EXPERIMENTAL E MODELAGEM MATEMÁTICA DE UM REATOR ANAERÓBIO HORIZONTAL DE LEITO FIXO (RAHLF) PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTE SINTÉTICO CONTENDO D-LIMONENO

Arnaldo Sarti  
Bruna Sampaio de Mello  
Brenda Clara Gomes Rodrigues  
Maria Angélica Martins Costa  
Samuel Conceição de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.5232021016**

**CAPÍTULO 7 ..... 98**

ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DO CONTROLE DE PRESSÃO – MODELO HIDRÁULICO DO SISTEMA MORROS DA ZONA NORTE DO RECIFE-PE

Marcos Henrique Vieira de Mendonça  
Hudson Tiago dos S. Pedroso

**DOI 10.22533/at.ed.5232021017**

**CAPÍTULO 8 ..... 111**

ESTUDO DA VULNERABILIDADE DA ÁGUA SUBTERÂNEA NO DISTRITO INDUSTRIAL DE ICOARACI (BELÉM-PA)

Ana Carla Leite Carvalho  
Leonardo Augusto Lobato Bello  
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes  
Marco Valério Albuquerque Vinagre

**DOI 10.22533/at.ed.5232021018**

**CAPÍTULO 9 ..... 122**

ESTUDO DE ÁREA DE RISCO DEVIDO À EROÇÃO HÍDRICA EM TRECHO DO CÓRREGO AFONSO XIII EM TUPÃ / SP – CAUSAS E SOLUÇÃO

José Roberto Rasi  
Roberto Bernardo  
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

**DOI 10.22533/at.ed.5232021019**

**CAPÍTULO 10 ..... 136**

FATORES DETERMINANTES PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA EFICAZ EM UMA EMPRESA DE SANEAMENTO

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz  
Tiago Pontual Waked  
Bruno Roberto Gouveia Carneiro da Cunha

**DOI 10.22533/at.ed.52320210110**

**CAPÍTULO 11 ..... 145**

FISCALIZAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL REMOTA DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO – DO PLANEJAMENTO A EXECUÇÃO

Flávia Oliveira Della Santina  
Rodolfo Gustavo Ferreras

**DOI 10.22533/at.ed.52320210111**

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>161</b>
GESTÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA: ALTERNATIVAS PARA MELHORAR O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DO CENTRO DE CONVENÇÕES DE PERNAMBUCO	
Amanda Almeida de Oliveira Figueiredo Simone Rosa da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>180</b>
APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM HIDROMETRIA COM BASE EM ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO	
Luiz Claudio Drumond	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>190</b>
METODOLOGIA DE LEVANTAMENTO DE DADOS DE PROJETO DE SANEAMENTO APLICADA AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHKE UTILIZANDO O SOFTWARE EPANET	
Stefan Igreja Mühlhofer Carolina Silva de Oliveira Sá Teles	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>204</b>
VISITAS DOMICILIARES JUNTO À POPULAÇÃO BENEFICIÁRIA DE OBRAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – UMA ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL EM CAICÓ – RN	
Julyenne Kerolainy Leite Lima Marília Adelino da Silva Lima Teonia Casado da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>212</b>
OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE RESERVATÓRIO NA BUSCA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (RESERVATÓRIO DE JORDÃO DE 90.000 M <sup>3</sup> , SISTEMA PIRAPAMA-PE)	
Hudson Tiago dos S. Pedrosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210116</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>228</b>
PERSPECTIVA DOS 20 ANOS DA LEI N°9.433/97: PERCEPÇÕES DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA E DOS ÓRGÃOS GESTORES DE RECURSOS HÍDRICOS ACERCA DO ENQUADRAMENTO DE CORPOS D'ÁGUA	
Paulo Eduardo Aragon Marçal Ribeiro Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210117</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>238</b>
PRÉ-DIAGNÓSTICO DAS EFICIÊNCIAS ELETROMECÂNICAS E HIDROENERGÉTICAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA A PARTIR DO CONSUMO ENERGÉTICO NORMALIZADO	
Luis Henrique Pereira da Silva Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz Leonardo Nascimento de Oliveira Milton Tavares de Melo Neto Hudson Tiago dos Santos Pedrosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>247</b>
PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE REUSO DE ÁGUA EM SISTEMAS RESFRIAMENTO	
Ewerton Emmanuel da Silva Calixto Fernando Luiz Pellegrini Pessoa Lidia Yokoyama Sérgio Pagnin Andréa Azevedo Veiga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>260</b>
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA LAGOA DA GAROPABA DO SUL/SC COM VISTAS A EFETIVA EXECUÇÃO DOS INVESTIMENTOS DO CONTRATO DE CONCESSÃO EM SANEAMENTO	
Ricardo Martins Anderson Sandrini Botega Eduardo Silvano Batista Gislaine Lonardi Katia Viviane Motta Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>274</b>
PROJETO DE AÇÃO SOCIAL ALIADO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA E SEUS EFEITOS NA COMUNIDADE	
Manuella Andrade Swierczynski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>293</b>
PROJETO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES	
Roberto Santos de Oliveira Julio Cesar Oliveira Antunes Lucas Olive Pinho Silva Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>305</b>
PROJETO DE INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DESENVOLVIDO ATRAVÉS DA FILOSOFIA BIM	
Marcos André Capitulino de Barros Filho Pedro Henrique Matias Dantas	

Lucas Vieira Fernandes  
Aldrin Magno Dantas Siqueira Júnior  
**DOI 10.22533/at.ed.52320210123**

**CAPÍTULO 24 ..... 318**

QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO JARDIM CABANO DA VILA DOS CABANOS, MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA

Claudio Farias de Almeida Junior  
Ronaldo Pimentel Ribeiro  
Mirian Favacho da Silva Ramos  
Amanda Ingrid da Silva Therezo  
Márcia de Almeida  
Marcos Antônio Barros dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.52320210124**

**CAPÍTULO 25 ..... 327**

RECUPERAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM POÇOS TUBULARES PROFUNDOS: O CASO DE VALE DO CATIMBAU

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz  
Paulo César Nunes Pinho  
José Antônio Charão Cunha  
Luis Henrique Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52320210125**

**CAPÍTULO 26 ..... 338**

RESPONSABILIDADE SOCIAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. AÇÕES QUE FIZERAM A DIFERENÇA NA COMPANHIA DOCAS DO PARÁ/PORTO DE SANTARÉM – PARÁ – AMAZÔNIA

Cristiane da Costa Gonçalves de Andrade  
Andrelle Soares Dantas Faria  
Paula Danielly Belmont Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.52320210126**

**CAPÍTULO 27 ..... 349**

SANEAMENTO DE QUALIDADE É CONSTRUÍDO COM FOCO EM GESTÃO: A EXPERIÊNCIA DA EMBASA – UNIDADE REGIONAL DE ITABERABA COM A IMPLANTAÇÃO DO MEG

Sebastiana Flávia Lima dos Santos  
Gustavo Lima Magalhães Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.52320210127**

**CAPÍTULO 28 ..... 360**

TOXICOLOGIA AGUDA DE *Rhamdia quelen* EXPOSTOS A XENOBIÓTICOS UTILIZADOS EM LAVOURAS ARROZEIRAS

Jaqueline Ineu Golombieski  
Débora Seben  
Joseânia Salbego  
Elisia Gomes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52320210128**

<b>CAPÍTULO 29 .....</b>	<b>370</b>
--------------------------	------------

**TRATAMENTO NATURAL DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA COM USO DE SEMENTE DE MORINGA OLEIFERA**

Edilaine Regina Pereira  
Maik Mauro Alves  
Bruna Ricci Bicudo  
Dandley Vizibelli  
Fellipe Jhordã Ladeia Janz

**DOI 10.22533/at.ed.52320210129**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>383</b>
---------------------------------	------------

<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>384</b>
-------------------------------	------------

## TRATAMENTO NATURAL DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA COM USO DE SEMENTE DE *Moringa oleifera*

Data de aceite: 09/01/2020

### **Edilaine Regina Pereira**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR – campus Londrina  
Departamento de Engenharia Ambiental – DAAMB  
Londrina – Paraná

### **Maik Mauro Alves**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR – campus Londrina  
Londrina – Paraná

### **Bruna Ricci Bicudo**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR – campus Londrina  
Londrina – Paraná

### **Dandley Vizibelli**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR – campus Londrina  
Londrina – Paraná

### **Fellipe Jhordã Ladeia Janz**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR – campus Londrina  
Londrina – Paraná

**RESUMO:** As águas residuárias proveniente de piscicultura são uma fonte contaminante pouco estudada, e seu descarte incorreto sem o devido tratamento pode ocasionar o aumento da carga poluidora, afetando negativamente o corpo hídrico receptor. Coagulantes orgânicos vem

sendo estudados para o tratamento alternativo e acessível à água e efluentes. Dentre eles, a *Moringa oleifera* que através da sua proteína catiônica acelera o processo de coagulação no tratamento da água. O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência do coagulante orgânico extraído de semente de *Moringa oleifera* no tratamento de água residuária de piscicultura em três diferentes concentrações coagulantes:  $C_1 = 400 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $C_2 = 800 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $C_3 = 1200 \text{ mg.L}^{-1}$ . Os ensaios foram realizados no equipamento Jar Test reproduzindo o processo de coagulação/floculação/sedimentação. Os parâmetros analisados foram turbidez, cor aparente e pH e as coletas foram realizadas a cada 10 minutos até atingir o tempo total de 40 minutos. Verificou-se que, para os parâmetros turbidez e cor aparente, a concentração  $C_3$  ( $1200 \text{ mg.L}^{-1}$ ) apresentou as maiores eficiências de remoção, sendo estas de 44 e 45%, respectivamente. Para o pH, todas as concentrações não apresentaram grandes variações, mantendo-se em uma faixa de 6,17 a 6,40. As análises estatísticas mostraram que para o parâmetro pH não houve diferenças significativas, porém para turbidez e cor aparente houve diferença significativa entre as três concentrações estudadas, com exceção para a turbidez no tempo 4 (33 minutos) e cor aparente nos tempos 3 (23 minutos) e 4 (33 minutos). Os resultados comprovaram a eficiência do coagulante natural

extraído de semente de *Moringa oleifera* para o tratamento de água residuária de piscicultura tornando-se uma alternativa viável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coagulante orgânico, Água, Tratamento.

## NATURAL TREATMENT OF RESIDUARY FISHERIES WATER USING *Moringa oleifera* SEED

**ABSTRACT:** Wastewater from fish farming is a poorly studied contaminant source, and its incorrect disposal without proper treatment can increase the pollutant load, negatively affecting the receiving water body. Natural coagulants have been studied as alternative and affordable treatment of water and wastewater. Among them, *Moringa oleifera* that through its cationic protein accelerates the coagulation process in water treatment. The objective of this work was to verify the efficiency of natural coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed in the treatment of wastewater from fish farming in three different concentrations:  $C_1 = 400 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $C_2 = 800 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $C_3 = 1200 \text{ mg.L}^{-1}$ . The tests were performed in the Jar Test equipment reproducing the coagulation/flocculation/sedimentation process used in treatment plants. The parameters analyzed were turbidity, apparent color and pH and the collections were performed every 10 minutes until reaching the total time of 40 minutes. For the turbidity and apparent color parameters, the  $C_3$  concentration ( $1200 \text{ mg.L}^{-1}$ ) presented the highest removal efficiencies, which were 44 and 45%, respectively. For pH, all concentrations did not show large variations, remaining in a range of 6,17 to 6,40. Statistical analyzes showed that for pH parameter there were no significant differences, but for turbidity and apparent color there was significant difference between the three concentrations, except for turbidity at time 4 (33 minutes) and apparent color at times 3 (23 minutes) and 4 (33 minutes). The results proved the efficiency of natural coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed for the treatment of wastewater from fish farming.

**KEYWORDS:** Natural Coagulant, Water, Treatment.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma rica e extensa rede hidrográfica espalhada em todo seu território. Esse fato colaborou com que, no decorrer de sua ocupação, a população e os grandes centros urbanos se fixassem em torno de rios e de toda a costa brasileira. Além de fazer o uso para fins doméstico, industrial e somado a falta de saneamento, os rios ao redor dos grandes centros sempre foram utilizados para o lançamento de efluentes, causando impactos ambientais como contaminação e proliferação de doenças para os que residem em suas proximidades e que fazem uso desta água.

Uma fonte contaminante pouco estudada é proveniente da água residuária de piscicultura, onde o descarte incorreto sem o devido tratamento pode ocasionar o aumento significativo da carga poluidora, afetando negativamente o corpo hídrico receptor. De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (2014), o País produz

aproximadamente 2 milhões de toneladas de pescado (levantamento preliminar de 2013), sendo 40% cultivados. A atividade gera um Produto Interno Bruto – (PIB) pesqueiro de R\$ 5 bilhões, mobiliza 800 mil profissionais entre pescadores e aquicultores e proporciona 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. O potencial brasileiro é grande e o País pode se tornar um dos maiores produtores mundiais de pescado.

Apesar da piscicultura ser uma forma rentável para muitas famílias, deve-se tomar atenção ao efluente gerado, uma vez que seu lançamento *in natura* aos corpos hídricos podem causar danos como contaminação de rios e riachos, eutrofização, alteração ecossistêmica, modificação nos índices de demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, oxigênio dissolvido, mortandade de peixes, além de poder influenciar negativamente na saúde de quem faz o uso desta água. Sabe-se que a piscicultura gera um efluente que nem sempre é tratado antes de ser lançado aos corpos hídricos.

Com isso, o tratamento com auxílio de coagulantes torna-se uma alternativa mais sustentável e de baixo custo podendo se tornar uma ferramenta para o tratamento da água residuária de piscicultura, além de não oferecer risco à saúde. Segundo Schwarz (2000), as sementes de *Moringa oleifera* possuem quantidades significativas de proteínas solúveis em água que apresentam uma carga positiva. Quando as sementes trituradas são misturadas à água bruta, as proteínas produzem cargas positivas agindo como ímãs e induzem as partículas carregadas negativamente, como as argilas e partículas tóxicas na água.

Diante disso, torna-se importante conhecer os benefícios que tal coagulante traria ao tratamento de água residuária de piscicultura como uma possível alternativa sustentável. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a possibilidade do uso da semente de *Moringa oleifera* para a melhoria da qualidade da água residuária de tanques de piscicultura.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se uma pesquisa experimental no Laboratório de Saneamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Londrina, através de ensaio jar test (Figura 1) envolvendo os processos de coagulação/floculação/sedimentação.



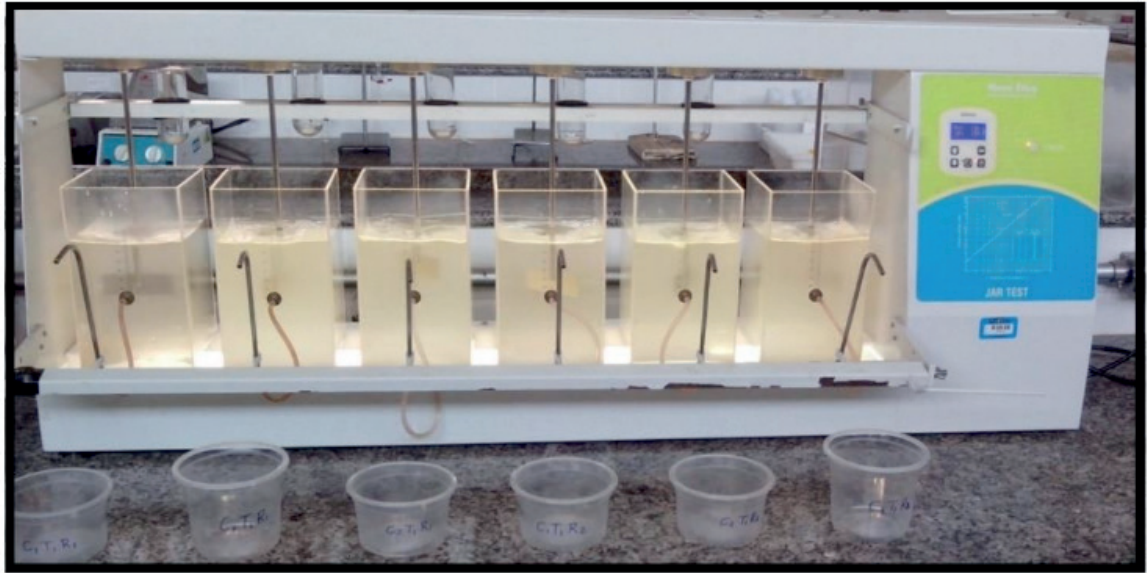


Figura 1: Equipamento jar test utilizado nos ensaios de coagulação/floculação e sedimentação.

As sementes da *Moringa oleifera* na proporção de 10 gramas para 1L de água destilada foram descascadas, levadas ao liquidificador e misturados à 1 molar de solução salina NaCl. Depois desta etapa o produto foi coado em um coador de pano e só a partir de então a solução coagulante estava pronta para ser utilizada. Os pré testes foram realizados utilizando becker com o objetivo de testar concentrações distintas, onde as que obtiveram o melhor resultado para a formação de flocos na água residuária de piscicultura foram utilizadas posteriormente.

Após o pré-ensaio, verificou-se que as melhores concentrações foram de:  $C_1 = 400 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $C_2 = 800 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $C_3 = 1200 \text{ mg.L}^{-1}$  do coagulante natural extraído da semente de *Moringa oleifera*. Depois que o efluente de piscicultura foi acondicionado aos jarros e o coagulante lançado, deu-se início o procedimento de mistura. Fatores como tempo de mistura e rotação das pás foram fundamentais, visto que interferem diretamente no resultado final. Para este experimento, estabeleceu-se os tempos para coagulação/floculação/sedimentação adaptados de Theodoro (2012).

O tempo de coleta das amostras ocorreram durante o processo de sedimentação sendo realizado de 10 em 10 minutos, até atingir 40 minutos ao fim do processo. Para cada amostra recolhida foram determinados os parâmetros de cor aparente, turbidez e pH, de acordo com o Standard Methods of Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). Através dos resultados adquiridos pelas práticas experimentais, as análises estatísticas foram realizadas com o programa BioEstat 5.0 por meio da análise de variância (ANOVA), comparando os resultados encontrados para cada amostra no decorrer do tempo avaliando a eficiência do coagulante extraído da semente de *Moringa oleifera*. Quando a diferença foi significativa, necessitou-se a aplicação do teste de Tukey a nível de 5% de significância.

## 3 | RESULTADOS

### 3.1 Cor aparente

Foram calculados eficiências de remoção de cor aparente em relação aos valores iniciais e finais durante o processo de sedimentação. A Tabela 1 e Figura 2 apresentam os valores médios de cor aparente, referentes aos três tratamentos utilizadas ao longo do processo.

Tempo de Sedimentação (minutos)	Cor Aparente (mgPt-Co L <sup>-1</sup> )		
	C1	C2	C3
T1 (3 minutos)	92	131	183
T2 (13 minutos)	85	133	147
T3 (23 minutos)	81	106	122
T4 (33 minutos)	72	87	99

Tabela 1: Valores médios para cor aparente durante a sedimentação.

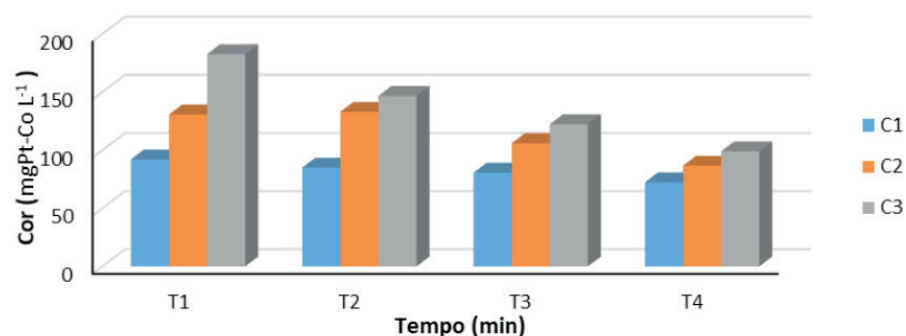


Figura 2 – Comportamento dos valores médios de cor ao longo do tempo de sedimentação.

Para as três concentrações foram verificadas remoção da cor aparente no decorrer do processo de sedimentação, porém a concentração C<sub>3</sub> (1200 mg.L<sup>-1</sup>) foi a que apresentou a maior variação, de 183 para 99 mgPt-Co L<sup>-1</sup>. Já as menores variações ocorreram com C<sub>2</sub> (800 mg.L<sup>-1</sup>) variando entre 131 e 87,99 mgPt-Co L<sup>-1</sup> e C<sub>1</sub> (400 mg.L<sup>-1</sup>) entre 92 e 72,99 mgPt-Co L<sup>-1</sup>.

Mesmo ao final da sedimentação, todos os valores obtidos ainda ficaram acima do valor bruto, que foi de 46 mgPt-Co L<sup>-1</sup>. Isso pode ser explicado pelo fato do coagulante extraído da semente de *Moringa oleifera* tornar a água mais suja no início do processo devido à grande liberação de matéria orgânica. Se comparado a legislação CONAMA 357/2005, apenas a concentração C<sub>1</sub> apresentou o valor de cor aparente dentro do limite estipulado pela legislação, que é de 75 mgPt-Co L<sup>-1</sup> ao final do ensaio.

Bourscheidta et al (2014), verificou em seu trabalho que, a utilização de sementes de *Moringa oleifera* Lam apresentou bons resultados na remoção do parâmetro cor aparente, variando entre 15,94% e 33,97%. Quando o coagulante é constituído com

KCl e 5% de *Moringa oleifera*, a remoção de cor é ainda maior, obtendo valores de até 70,66%. Com isso, este coagulante pode ser aplicada como tratamento primário de águas residuárias do processamento de pescado.

Através da Figura 3 observa-se que a concentração  $C_3$  obteve a maior eficiência de remoção de cor aparente ao final do processo de sedimentação, sendo esta de 45,80%, seguida de  $C_2$  com 33,67% e  $C_1$  com 21,38%.

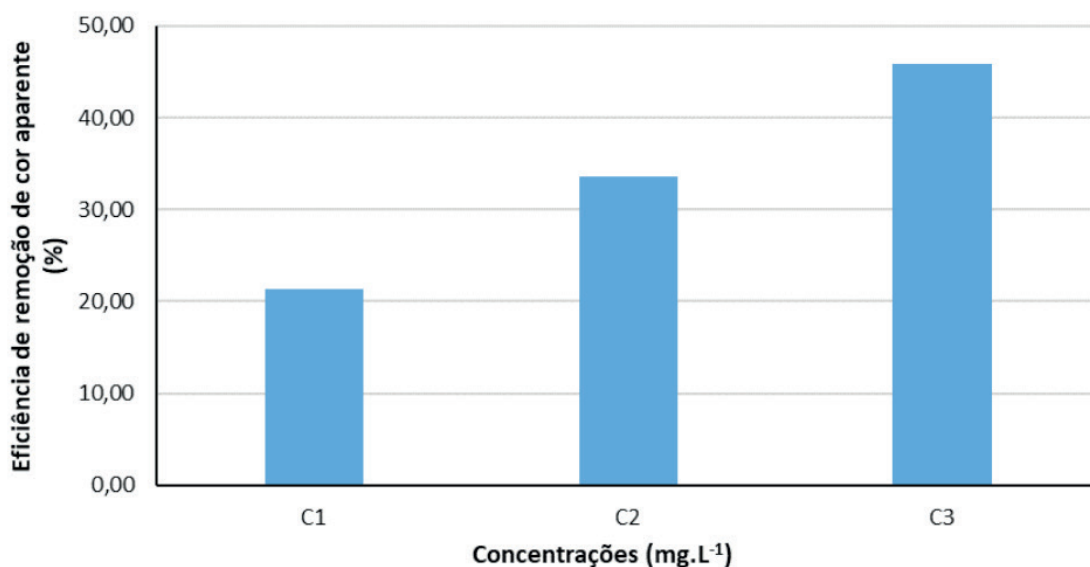


Figura 3 – Eficiência de remoção de Cor Aparente.

Baptista et al. (2014) verificou em seu trabalho sobre tratamento de água com *Moringa oleifera*, que o coagulante atingiu uma remoção de cor aparente de 89,9%, indicando que o coagulante é uma boa alternativa para o tratamento de água bruta.

As Tabelas 2 a 5 apresentam a análise de variância para a cor aparente para os tempos T1, T2, T3 e T4 respectivamente.

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	12419,56	2	6209,778	307,0769	9,06E-07	5,1432
Dentro dos grupos	121,3333	6	20,2222			
Total	12540,89	8				

Tabela 2: Análise de variância para a cor aparente no tempo T1 (3 minutos)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	6293,556	2	3146,778	11,94475	0,0081	5,1432
Dentro dos grupos	1580,667	6	263,4444			
Total	7874,222	8				

Tabela 3: Análise de variância para a cor aparente no tempo T2 (13 minutos)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2644,667	2	1322,333	29,2407	0,0008	5,1432
Dentro dos grupos	271,3333	6	45,22222			
Total	2916	8				

Tabela 4: Análise de variância para a cor aparente no tempo T3 (23 minutos)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1068,667	2	534,3333	55,9186	0,0001	5,1432
Dentro dos grupos	57,333	6	9,555556			
Total	1126	8				

Tabela 5: Análise de variância para a cor aparente no tempo T4 (33 minutos)

De acordo com as análises estatísticas apresentadas temos que para estes casos o valor de P obtido é menor que 0,05. Isso mostra que houve uma diferença significativa entre as concentrações no decorrer do tempo para o parâmetro cor aparente. Porém, o valor de P para o tempo T2 apresentou o valor de 0,008, mostrando que não houve diferença significativa para cor aparente neste tempo de sedimentação.

Na Tabela 6 estão apresentadas as comparações de médias para a cor aparente pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Médias	Tempo T1		Tempo T2		Tempo T3		Tempo T4	
	Diferença	P	Diferença	P	Diferença	P	Diferença	P
1 a 2	38,67	< 0,01	48	< 0,05	25,33	< 0,01	14,33	< 0,01
1 a 3	90,67	< 0,01	61,67	< 0,01	41,67	< 0,01	26,67	< 0,01
2 a 3	52	< 0,01	13,67	NS	16,33	NS	12,33	< 0,01

Tabela 6: Comparação de médias para a cor aparente pelo teste de Tukey com 5% de significância.

Através da Tabela 6, apenas para as médias entre as concentrações 2 a 3 nos tempo T2 e T3, não ocorreram diferenças significativas. Para os outros tempos, em todas as comparações foi verificado diferenças entre as concentrações. Entre  $C_1$  e  $C_3$  no tempo T1, apresentou uma média diferente e superior estatisticamente as demais, sendo esta de 52. Para o tempo T4, temos que o valor P é menor que 0,01 quando  $C_1$  e  $C_3$  são comparados com um diferença de 26,67, mostrando que  $C_3$  é a melhor concentração para a remoção de Cor Aparente.

### 3.2 Turbidez

A Tabela 7 e Figura 4 apresentam os valores médios de turbidez, referentes aos

três tratamentos utilizados ao longo do tempo durante o processo de sedimentação.

Tempo de Sedimentação (minutos)	Turbidez (NTU)		
	C1	C2	C3
T1 (3 minutos)	26	37	47
T2 (13 minutos)	25	33	42
T3 (23 minutos)	23	29	33
T4 (33 minutos)	20	24	26

Tabela 7: Valores médios para Turbidez durante o processo de sedimentação.

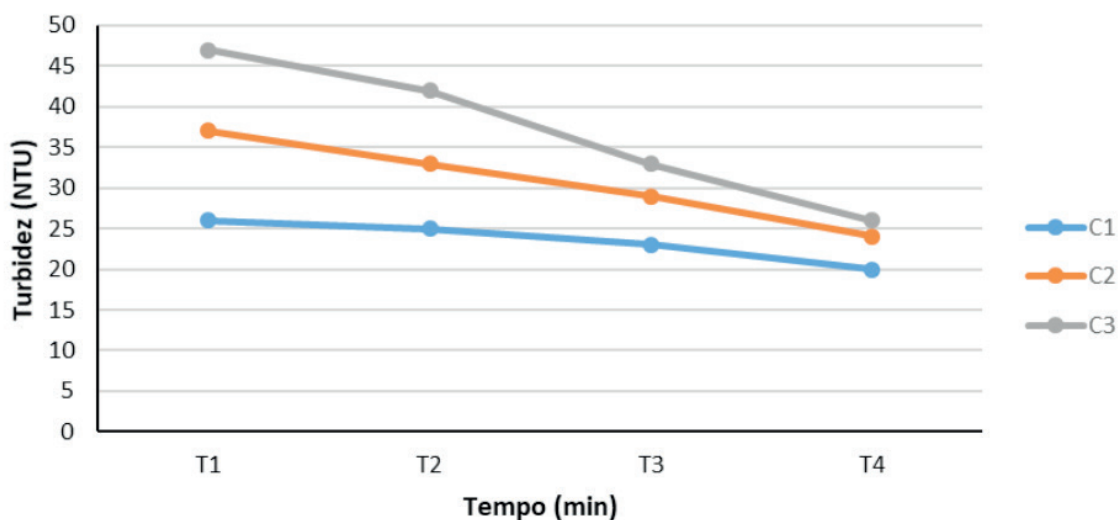


Figura 4 – Comportamento dos valores médios de turbidez ao longo do tempo de sedimentação.

Observa-se que a maior variação de turbidez ocorreu para a concentração  $C_3$ , no qual a redução foi 47 para 26 NTU, Já a menor variação de turbidez ocorreu com  $C_1$ , variando de 26 para 20 NTU, seguida de  $C_2$  oscilando entre 37 e 24 NTU ao final do tempo de sedimentação.

Resende et al. (2014) em um estudo sobre redução de nitrato de água subterrânea com sementes de *Moringa oleifera*, constatou que os melhores resultados para a remoção de turbidez, foram através das maiores concentrações do coagulante, sendo elas de 500 a 1000 mg.L<sup>-1</sup> corroborando com tais resultados apresentados nesta pesquisa.

Observa-se que ao final do tempo T4, tanto  $C_2$  quanto  $C_3$  tiveram um resultado muito próximo. Isso mostra que é preferível escolher  $C_2$ , pois seria gasto menos quantidade de coagulante para o tratamento se levado em consideração apenas este parâmetro. Vale lembrar que, o coagulante extraído da *Moringa oleifera* libera bastante matéria orgânica, por esse motivo após a sedimentação o valor obtido de turbidez da água ainda continua elevado.

Em geral, o coagulante à base de *Moringa oleifera* é indicado para o tratamento de águas com alta turbidez, tendo sua eficiência reduzida para águas com baixa turbidez (Katayon et al., 2006).

Através da Figura 5 observa-se que a concentração  $C_3$  ( $1200 \text{ mg.L}^{-1}$ ) obteve a maior eficiência de remoção de turbidez ao final do processo de sedimentação, sendo esta de 44,68%, seguida de  $C_2$  ( $800 \text{ mg.L}^{-1}$ ) com 35,14% e  $C_1$  ( $400 \text{ mg.L}^{-1}$ ) com 23,68%.

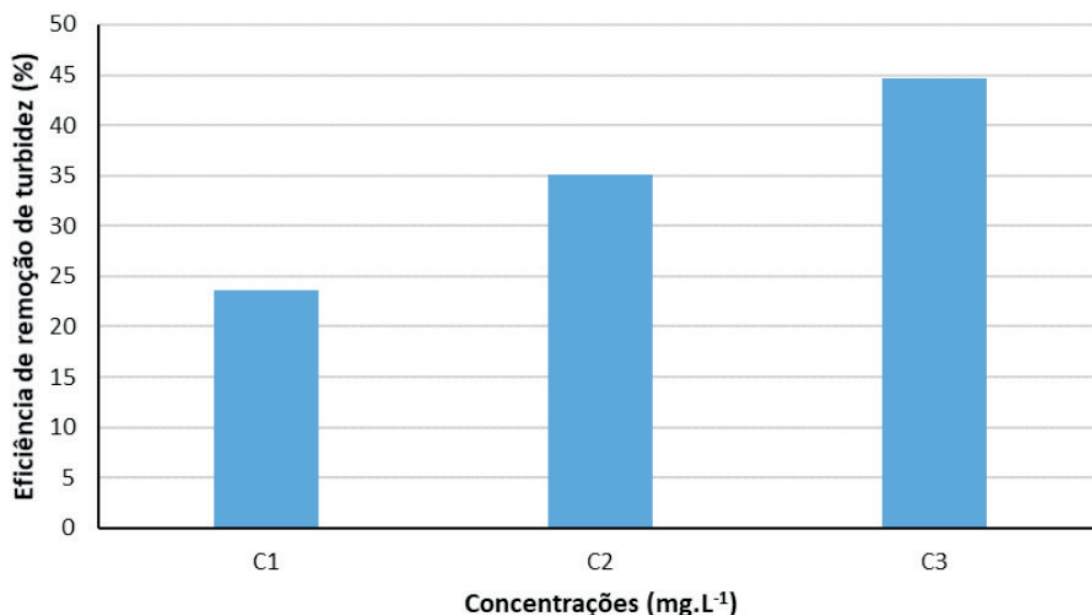


Figura 5 – Eficiência de remoção de Turbidez.

Camacho et al. (2014) em seu trabalho sobre o uso de *Moringa oleifera* no tratamento de água com florações de cianobactérias, obteve valores de eficiência de remoção de turbidez variando entre 0 e 99,11%, onde as maiores remoções ocorreram em amostras com alta turbidez inicial.

As Tabelas 8 a 12 apresentam a análise de variância para a turbidez nos tempos T1, T2, T3 e T4 respectivamente.

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	667,8422	2	333,9211	317,6839	8,19E-07	5,1432
Dentro dos grupos	6,3066	6	1,0511			
Total	674,1488	8				

Tabela 8: Análise de variância para a turbidez no tempo T1 (3 minutos)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	390,9956	2	195,4978	39,2741	0,0003	5,1432
Dentro dos grupos	29,8666	6	4,9777			
Total	420,8622	8				

Tabela 9: Análise de variância para a turbidez no tempo T2 (13 minutos)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	174,5355	2	87,4508	65,4508	8,42E-07	5,1432
Dentro dos grupos	8	6	1,3333			
Total	182,5355	8				

Tabela 10: Análise de variância para a turbidez no tempo T3 (23 minutos)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	45,2355	2	22,6177	8,0970	0,0197	5,1432
Dentro dos grupos	16,76	6	2,7933			
Total	61,9955	8				

Tabela 11: Análise de variância para a turbidez no tempo T4 (33 minutos)

De acordo com as análises estatísticas apresentadas para todos os casos o valor de P obtido é menor que 0,05. Isso mostra que houve uma diferença significativa entre as concentrações no decorrer do ensaio para o parâmetro Turbidez em relação a variação do tempo de coleta.

Na Tabela 12 estão apresentadas as comparações de médias para a turbidez pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Médias	Tempo T1		Tempo T2		Tempo T3		Tempo T4	
	Diferença	P	Diferença	P	Diferença	P	Diferença	P
1 a 2	11,57	< 0,01	7,53	< 0,05	6,53	< 0,01	3,8	NS
1 a 3	21,07	< 0,01	16,13	< 0,01	10,7	< 0,01	5,53	< 0,05
2 a 3	9,5	< 0,01	8,6	< 0,01	4,17	< 0,05	1,53	NS

Tabela 12: Comparação de médias para a cor aparente pelo teste de Tukey com 5% de significância.

Por meio da Tabela 12, apenas para as médias entre as concentrações 1 a 2 e 2 a 3, ambas no tempo T4, não ocorreram diferenças significativas. Para os outros tempos, em todas as comparações foi verificada diferenças entre as concentrações. Entre  $C_1$  e  $C_3$  no tempo T1, apresentou uma média diferente e superior estatisticamente as demais, sendo esta de 21,07. Já para o tempo T4, temos que o valor P é menor que 0,05 quando  $C_1$  e  $C_3$  são comparados, mostrando que  $C_3$  é a melhor concentração para a remoção de Turbidez.

### 3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A Tabela 13 e Figura 6 apresentam os valores médios de pH, referentes as três concentrações utilizadas ao longo do tempo.

Tempo de Sedimentação (minutos)	pH		
	C1	C2	C3
T1 (3 minutos)	6,17	6,23	6,29
T2 (13 minutos)	6,45	6,47	6,40
T3 (23 minutos)	6,52	6,48	6,47
T4 (33 minutos)	6,41	6,42	6,40

Tabela 13: Valores médios para pH durante o processo de sedimentação.

Figura 6 – Comportamento dos valores médios de pH ao longo do tempo de sedimentação.

Por meio da Tabela 13 e Figura 6, verifica-se que houve uma leve variação do pH, porém este se manteve praticamente constante comparado ao pH bruto (6,14). Para  $C_1$  (400 mg.L<sup>-1</sup>) o pH variou de 6,17 a 6,41, já  $C_2$  (800 mg.L<sup>-1</sup>) entre 6,23 e 6,42 e  $C_3$  (1200 mg.L<sup>-1</sup>) entre 6,29 e 6,40. Esse fato demonstra que o coagulante natural não alterou significativamente o pH da água residuária de piscicultura. Após o ensaio, temos que para todas as concentrações o pH está de acordo com a legislação CONAMA 357/2005, no qual a faixa determinada é entre 6,0 a 9,0.

Paterniani et al. (2009), observou em seu experimento sobre o uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais que, durante todos os ensaios os valores de pH não apresentaram alterações significativas permanecendo entre 6 e 7. Oliveira (2011), comprovou que o parâmetro pH não sofreu alteração significativa, indicando possivelmente que o extrato não contribui para alterações na relação  $H^+ / OH^-$  em solução.

Pereira et al. (2014), em sua pesquisa sobre tratamento de água de piscina com coagulante de *Moringa oleifera*, verificou que o pH apresentou uma média de 6,94, com uma variação de 2,12%, enquanto o sulfato de alumínio oscilou 7%. Esse resultado mostra uma vantagem do coagulante natural já que a *Moringa oleifera* não alterou significativamente o pH da água de piscicultura.

As Tabelas 14 a 17 apresentam a análise de variância para pH para os tempos T1, T2, T3 e T4 respectivamente.

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,0228	2	0,0111	2,0417	0,2106	5,1432
Dentro dos grupos	0,0335	6	0,0055			
Total	0,0563	8				

Tabela 14: Análise de variância para o pH no tempo T1 (3 minutos)



Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,0074	2	0,0037	1,1351	0,3818	5,1432
Dentro dos grupos	0,0197	6	0,0032			
Total	0,0272	8				

Tabela 15: Análise de variância para o pH no tempo T2 (13 minutos)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,0048	2	0,0024	1,2840	0,3434	5,1432
Dentro dos grupos	0,0112	6	0,0018			
Total	0,0160	8				

Tabela 16: Análise de variância para o pH no tempo T3 (23 minutos)

Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,0004	2	0,0002	0,019	0,9812	5,1432
Dentro dos grupos	0,0667	6	0,0111			
Total	0,0670	8				

Tabela 17: Análise de variância para o pH no tempo T4 (33 minutos)

A análise de variância demonstrou que não foi necessário o teste de Tukey, comprovando que não houve diferença significativa entre as diferentes concentrações, visto que todos os valores de P obtidos são acima de 0,05.

## 4 | CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos neste trabalho, foi possível comprovar que o coagulante orgânico extraído de semente de *Moringa oleifera* é eficiente para o tratamento de água residuária de piscicultura.

Para os parâmetros turbidez e cor aparente após os ensaios de sedimentação, a concentração  $C_3$  (1200 mg.L<sup>-1</sup>) apresentou as maiores eficiências de remoção, sendo estas de 44 e 45%, respectivamente.

Os valores de pH para todas as concentrações não tiveram grandes variações se comparado a amostra bruta, mantendo-se em uma faixa de 6,17 a 6,40 comprovando que a *Moringa oleifera* não altera o pH da água residuária de piscicultura.

O emprego do coagulante extraído de semente de *Moringa oleifera* pode ser benéfico para o tratamento de água residuária de piscicultura, fazendo com que o mesmo seja uma solução mais sustentável até mesmo para o reuso deste.

## REFERÊNCIAS

- APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22<sup>a</sup> ed. Washington, 2012.
- BAPTISTA, A. T. A. et al. **Concentração/purificação do coagulante obtido da semente de *Moringa oleifera* e sua aplicação no tratamento de água**. 11p. Encontro Nacional de Moringa. Maringá-Pr. 2014.
- BOURSCHEIDT, C. T. et al. **Coagulação/floculação de águas residuárias do processamento de pescado utilizando *Moringa oleifera* Lam**. 10p. Encontro Nacional de Moringa. Maringá-Pr. 2014.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Poder executivo, Brasília, DF, 18 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 de abr. 2015.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção**. Brasília-DF, 18 de junho de 2014. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/aquicultura/producao>>. Acesso em: 26 de mar. 2015.
- CAMACHO, F. et al. **Uso do coagulante natural moringa oleifera no tratamento de água com florações de cianobactérias**. 7p. Encontro Nacional de Moringa. Maringá-Pr. 2014.
- KATAYON, S. et al. **Effects of storage conditions of *Moringa oleifera* seeds on its performance in coagulation**. *Biores. Tech.*, v. 97, n. 13, pp. 1455-1460, 2006.
- OLIVEIRA, L. L. **Análise da taxa de remoção de turbidez em águas naturais utilizando-se extrato de sementes de *Moringa oleifera* Lam**. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v.1, n.1, p.204-210, Julho, 2011.
- PATERNIANI, J. E. S. et al. **Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, PB. v.13, n.6, p.765–771, 2009.
- PEREIRA, E. R. et al. **Aplicação da *Moringa oleifera* como coagulante natural no tratamento de água de piscina**. In: V Encontro Nacional de Moringa, 2014, Maringá PR.11p. 2014.
- RESENDE, D. et al. **Redução do íon nitrato de água coletada em fontes subterrâneas da região de maringá- pr, com sementes de *Moringa oleifera* lam**. 9p. Encontro Nacional de Moringa. Maringá-Pr. 2014.
- SCHWARZ, D. **Water clarification using *Moringa oleifera***. Eschborn: Gate Information Service, 2000.
- THEODORO, J. D. P. **Estudo dos mecanismo de coagulação/floculação para a obtenção de água de abastecimento para o consumo humano**. 2012. 184f. Tese (Doutorado em Engenharia Química, área de desenvolvimento de processos) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Helenton Carlos da Silva** - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água potável 27, 35, 189, 264, 293, 302, 303, 325, 336, 350

Águas subterrâneas 25, 26, 27, 30, 33, 36, 37, 54, 111, 112, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 123, 174, 179, 318, 319, 322, 323, 324, 326, 336, 361

Água subterrânea 25, 35, 36, 112, 117, 118, 119, 120, 161, 175, 318, 319, 324, 325, 377

Análises 25, 27, 28, 35, 37, 38, 41, 43, 45, 49, 50, 56, 91, 126, 140, 141, 158, 164, 267, 271, 301, 302, 320, 321, 322, 324, 360, 370, 373, 376, 379

### B

Biogás 38, 39, 40, 46, 47, 48, 49, 90

Busca exaustiva 1, 3, 4, 7, 20, 22, 23

### C

Conservação 159, 161, 162, 163, 164, 171, 178, 179, 259, 264, 274, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 283, 284, 287, 292, 303, 338, 342

### D

Degradação dos solos 122

Desenvolvimento web 76, 78

Desperdício de água 293, 303

Destilador 293, 295, 296, 298, 301, 302

Digestor anaeróbio 38, 40, 43, 49

### E

Educação ambiental 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 290, 291, 292, 304, 338, 340, 342, 344, 345, 347, 348

Eficiência hídrica 293, 294

Erosão hídrica 122, 123, 124, 126, 129, 135

Erosão urbana 122

### F

Fiscalização 140, 145, 146, 147, 148, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 261, 263, 264, 383

Fiscalização direta 145

Fiscalização indireta 145

### G

Gestão da manutenção 136, 137, 138, 139, 143, 144

God 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

### H

Hidráulica de canais 76, 77, 78, 79, 85

## I

Indicadores 100, 140, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 160, 176, 181, 241, 246, 292, 358  
Inibição da atividade microbiana 38

## L

Lodo físico-químico 38, 41, 42, 43, 47, 48

## M

Manutenção evolutiva 136

Manutenção preventiva 136, 330, 335

Medidores estáticos 180, 181, 184, 189

Meio ambiente 75, 111, 116, 122, 123, 228, 229, 233, 235, 236, 237, 263, 264, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 283, 284, 285, 289, 290, 291, 292, 293, 296, 303, 304, 326, 338, 339, 342, 344, 345, 347, 362, 382, 383

## O

Otimização 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 38, 40, 147, 161, 162, 163, 212, 213, 239, 240, 247, 249, 256, 259

## P

Planejamento 111, 125, 137, 139, 140, 143, 145, 146, 147, 155, 162, 228, 229, 230, 231, 236, 237, 246, 289, 305, 306, 308, 310, 315, 317, 326, 349, 351, 355, 356, 383

Poço artesiano 25, 27, 28, 29, 30, 31, 35

## Q

Qualidade da água 25, 27, 30, 35, 36, 37, 74, 197, 296, 301, 302, 303, 318, 319, 325, 326, 364, 372

## R

Redes de distribuição de água 1, 2, 4

Reuso de água 178, 247, 293

## S

Submedição 100, 180, 181, 185, 187

Sulfato de alumínio 38, 41, 46, 47, 49, 50, 380

Sustentabilidade 111, 123, 162, 163, 179, 205, 206, 211, 235, 236, 274, 275, 277, 280, 285, 292, 296, 303, 304, 338, 351, 383

## T

Tecnologia 22, 35, 37, 51, 52, 74, 76, 96, 98, 109, 168, 179, 180, 182, 188, 189, 212, 227, 238, 247, 259, 274, 299, 305, 308, 313, 316, 326, 360

## V

Viabilidade 8, 161, 180, 181, 186, 187, 188, 189, 235, 261, 296

Vulnerabilidade 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 181

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**