

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

# RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

# RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª 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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
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  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
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. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0382-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.821222208>

1. Engenharia sanitária e ambiental. 2. Água. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

O e-book intitulado: “Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 2” é constituído por quatorze capítulos de livros que se distribuem em três eixos-temáticos: *i)* gerenciamento de resíduos sólidos e potencial de contaminação de recursos hídricos por combustíveis; *ii)* certificação e qualidade dos sistemas de tratamento de esgoto e; *iii)* implantação e análise físico-química e biológica de fontes de captação de água para fins potáveis.

Os capítulos de 1 a 3 apresentam estudos que procuraram avaliar: *i)* o gerenciamento de resíduos sólidos proveniente de um restaurante no município de Morros/MA; *ii)* avaliação de normas e medidas de prevenção de contaminação de recursos hídricos por substâncias e derivados de combustíveis comercializados nos postos de abastecimento em áreas urbanas e; *iii)* avaliação e levantamento de patologias presentes em canais de drenagem de águas residuárias na cidade de Aracajú/SE.

Do quarto ao sexto capítulo, os estudos investigaram: *iv)* requisitos para a obtenção de qualidade ambiental (ISO 14.001) na estação de tratamento de esgoto (ETE) da cidade de Petrolina/PE; *v)* aplicação de sistemas de gestão para melhoria da eficiência de ETE e; *vi)* avaliação financeira para implantação e uso de fossa séptica em escolas.

Os capítulos de 7 a 14 apresentam estudos que procuraram avaliar a implantação e análise de sistemas de abastecimento de água a partir de diferentes fontes de captação. Entre os quais, destaca-se: *vii)* a implantação e otimização de um sistema de abastecimento de água em setores da cidade de Guarapiranga/SP; *viii)* eficiência do processo de cloração na desinfecção de águas para fins potáveis no município de São Mateus e na área rural da cidade de Aracruz, ambas no estado do Espírito Santo; *ix)* estudo comparativo de espacialização no Rio Itacolomi/CE entre os anos de 1990 a 2020; *x)* avaliação de parâmetros físico-químicos da água do Rio Parnaíba destinada a atividade de piscicultura; *xi)* avaliação do sistema de abastecimento de água no município de Montes Claros/MG oferecido pela concessionária municipal (AMASBE) e estadual (COPASA); *xii)* condições de abastecimento de água em comunidade pesqueira no município de Paço do Lumiar/MA; *xiii)* avaliação e análise das condições de saneamento básico na comunidade Menino Jesus na cidade de Candeias/BA e; *xiv)* interligação da gestão de recursos hídricos e a disseminação do vírus Zika e a incidência de microcefalia na região nordeste brasileira.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE MORROS, MARANHÃO**

Allison Pires dos Santos

Andréa Patrícia Castro Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222081>

### **CAPÍTULO 2..... 18**

#### **ESTUDO DAS NORMAS E MEDIDAS DE SEGURANÇA APLICADA EM POSTOS DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS EM REGIÃO DA CIDADE DE MANAUS (AM)**

Wendel Miguel Barbosa Alves

Cristianlia Amazonas da Silva Pinto

Sávio Raider Marques Sarkis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222082>

### **CAPÍTULO 3..... 29**

#### **LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS NO CANAL DE DRENAGEM DA AVENIDA JOSÉ CONRADO DE ARAÚJO, EM ARACAJU, SERGIPE**

Zacarias Caetano Vieira

Carlos Gomes da Silva Júnior

Juliany Souza Palmeira

Carla Mirele Souza dos Santos

Carla Suellen Alves Santos

Rosilma Almeida da Silva

Alan Matheus dos Santos Mota

Laline Cristine Gomes de Araújo

Diego Fabrício Rodrigues Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222083>

### **CAPÍTULO 4..... 38**

#### **O ACOMPANHAMENTO DOS REQUISITOS LEGAIS ASSOCIADOS A CERTIFICAÇÃO ISO 14.001 NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO – PETROLINA**

Marcella Vianna Cabral Paiva

Raquel da Silva Bonfim

Silvia Mariana da Silva Barbosa

Tatiana de Oliveira Calado

Elisabeth Laura Alves de Lima

Silvanete Severino da Silva

Taiane de Carvalho Amorim

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222084>

### **CAPÍTULO 5..... 48**

#### **UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO**

Marcella Vianna Cabral Paiva

Taiane de Carvalho Amorim  
Sílvia Mariana da Silva Barbosa  
Tatiana de Oliveira Calado  
Raquel da Silva Bonfim  
Elisabeth Laura Alves de Lima  
Silvanete Severino da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222085>

**CAPÍTULO 6..... 60**

**ANÁLISE FINANCEIRA DE CONSTRUÇÃO E USO DE FOSSA SÉPTICA COM DIFERENTES VOLUMES EM ESCOLA**

Zacarias Caetano Vieira  
Carlos Gomes da Silva Júnior  
Alan Matheus dos Santos Mota  
Laline Cristine Gomes de Araújo  
Diego Fabrício Rodrigues Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222086>

**CAPÍTULO 7..... 66**

**IMPLANTAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA GRAJAU E MARILDA**

Richard Welsch  
Thiago Santim  
Henrique dos Santos de Oliveira  
Edilson Souza Santos  
Alessandro Esmeraldo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222087>

**CAPÍTULO 8..... 77**

**DIAGNÓSTICO E DESINFECÇÃO DA ÁGUA PARA USO RESIDENCIAL**

Aloísio José Bueno Cotta  
André Romero da Silva  
João Pedro Brunelli Souza  
João Luca do Livramento  
Bernardo Soares Pirola  
Emanuelly Souza de Menezes  
Igor Donizete Nunes Bravo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222088>

**CAPÍTULO 9..... 87**

**ANÁLISE COMPARATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DO PARÂMETRO CN (*CURVE NUMBER*) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACOLOMI, CEARÁ, ENTRE OS ANOS DE 1990, 2005 E 2020**

Ulisses Costa de Oliveira  
Edilson Holanda Costa Filho  
Ana Maria Maia  
Cleverton Caçula de Albuquerque

Priscila Soares Mendonça  
Natália Pinheiro Xavier  
Willian Richard de Souza Cidral  
Wartyson Douglas Santos de Menezes  
Izaias de Souza Silva  
Carlos Alberto Mendes Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222089>

**CAPÍTULO 10..... 95**

**VIABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA NO USO DA PISCICULTURA**

Denise Aguiar dos Santos  
Eliaquim Alves dos Santos Melo  
José Guilherme Pinho Oliveira Sales  
Mony Daniel Barros Costa  
Thalison Cleto Silva Ferreira  
Marcelo Richelly Alves de Oliveira  
Maxwell Lima Reis  
Maria Dulce Pessoa Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220810>

**CAPÍTULO 11..... 108**

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS – MG**

Luma Soares Costa  
Lorena Maria Guimarães Alves  
Guilherme Augusto Guimarães Oliveira  
Camila Santos Cordeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220811>

**CAPÍTULO 12..... 117**

**ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA COMUNIDADE PESQUEIRA DA PRAIA OLHO DE PORCO, PAÇO DO LUMIAR, MA, BRASIL: UM DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO**

Jennipher Rafaelle Costa Bezerra Muniz  
Juliana de Faria Lima Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220812>

**CAPÍTULO 13..... 129**

**SANEAMENTO BÁSICO EM MENINO JESUS - CANDEIAS/BA: UMA ABORDAGEM CRÍTICA SOBRE O CENÁRIO ATUAL**

Sergio Sacramento dos Santos  
Ingrid de Oliveira Mario  
Ailmara Karoline Correia Teófilo  
Martilo Cirino Cardoso Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220813>

<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>143</b>
<b>GESTÃO DE ÁGUA, ZIKA E OS CASOS DE MICROCEFALIA NO NORDESTE DO BRASIL</b>	
Estela Miridan Rosas	
Alessandra Moraes da Rocha	
Carlos José Sousa Passos	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220814">https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220814</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>155</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>156</b>

## VIABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA NO USO DA PISCICULTURA

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 12/06/2022

**Maria Dulce Pessoa Lima**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/3858405559521752>

**Denise Aguiar dos Santos**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/3233039959018955>

**Eliaquim Alves dos Santos Melo**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/1482219898855358>

**José Guilherme Pinho Oliveira Sales**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/9791372848377469>

**Mony Daniel Barros Costa**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/8743317756327058>

**Thalison Cleto Silva Ferreira**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/8706864380445423>

**Marcelo Richelly Alves de Oliveira**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/2626571824977848>

**Maxwell Lima Reis**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/1310488355331221>

**RESUMO:** Objetivou-se com o estudo avaliar os parâmetros físico-químicos da água do rio Parnaíba, em um trecho localizado entre as cidades de Timon (MA) e Teresina (PI), e realizar o enquadramento de acordo com Kubitzka (2010) e com a Resolução CONAMA 357/05. Na presente pesquisa, foram selecionados cinco pontos distintos de coleta da água do rio Parnaíba para a verificação das características físico-químicas, tais como: transparência, temperatura, alcalinidade, oxigênio dissolvido, dureza, amônia, nitrito e pH. As coletas foram realizadas no mês de novembro de 2019, no período conhecido como B-R-O- bró que é considerado o mais quente na região, nos dias: 05, 06 e 08. A primeira coleta foi feita entre 09 e 10h da manhã, a segunda entre 12 e 13h e a última entre 16 e 17h. Perfazendo um total de 41 amostras. As análises foram realizadas no laboratório de Química da Faculdade IESM com o Alfakit – Polikit Piscicultura de Água Doce, com exceção da transparência e do oxigênio dissolvido que foi realizado no ponto de coleta dentro do barco. De acordo com os resultados discutidos, segundo Kubitzka (2010) se encontraram no padrão: transparência 48,78%, temperatura 100%, alcalinidade 85,36%, oxigênio dissolvido 100%, dureza 68,29%, amônia 4,88%, nitrito 100% e pH 29,27 % das amostras. A Resolução CONAMA 357/05 não determina valores para

os parâmetros: transparência, alcalinidade e dureza. Com exceção da amônia, os demais parâmetros em todos os pontos, estavam dentro do valor permitido pela mesma. Conclui-se que, a água do rio Parnaíba não é viável para a piscicultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água; Análises físico-químicas; Rio Parnaíba.

## PHYSICO-CHEMICAL FEASIBILITY OF THE WATER OF THE PARNAÍBA RIVER IN THE USE OF FISH CULTURE

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the physicochemical parameters of the Parnaíba river water, in a stretch located between the cities of Timon (MA) and Teresina (PI), and to perform the framework according to Kubitzka (2010) and the CONAMA Resolution 357/05. In the present research, five distinct points of water collection of the Parnaíba river were selected to verify the physicochemical characteristics, such as: transparency, temperature, alkalinity, dissolved oxygen, hardness, ammonia, nitrite and pH. The collections were performed in November 2019, during the period known as BRO-bró which is considered the hottest in the region, on days 05, 06 and 08. The first collection was made between 09 and 10 am, the second between 12 and 13h and the last between 16 and 17h. Making a total of 41 samples. The analyzes were performed in the IESM Faculty Chemistry laboratory with Alfakit - Polikit Freshwater Fish Farming, except for the transparency and dissolved oxygen that was performed at the collection point inside the boat. According to the results discussed, according to Kubitzka (2010) were found in the standard: transparency 48.78%, temperature 100%, alkalinity 85.36%, dissolved oxygen 100%, hardness 68.29%, ammonia 4.88%, 100% nitrite and pH 29.27% of the samples. CONAMA Resolution 357/05 does not determine values for the parameters: transparency, alkalinity and hardness. With the exception of ammonia, the other parameters at all points were within the value allowed by it. It is concluded that the Parnaíba river water is not viable for fish farming.

**KEYWORDS:** Parnaíba River; Physicochemical analysis; Water.

## INTRODUÇÃO

Os problemas que afetam diretamente a qualidade da água de rios ocorrem de diversas formas, como o lançamento de esgotos domésticos tratados ou não tratados de forma adequada; a falta ou incapacidade do modo que os efluentes industriais são verificados, de forma que sua destinação seja feita corretamente algo que a fiscalização dessas indústrias não faz com eficiência; do desmatamento; e as práticas agrícolas incorretas (MACEDO, 2003).

A qualidade da água para uso das atividades aquícolas está próxima a requerida para água potável, embora a turbidez possa ser maior, a qualidade química deve se apresentar em ótimas condições podendo assim inviabilizar a atividade (ALBANEZ; MATOS, 2007).

Para que a água seja considerada de qualidade deve atender a padrões de qualidade definidos por legislação própria (Artigo 357 – Resolução CONAMA). Dentre os fatores que podem ocasionar perda da sua qualidade, estão a presença e a proliferação de parasitas e

microrganismos patogênicos, que se constitui como principal agente causador de malefícios à saúde humana (SOARES *et al.*, 2002). A manutenção e o controle das populações microbianas são fundamentais, visto que a densidade elevada de microrganismos na água pode levar a deterioração de sua qualidade, com desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis, além de possibilitar a transmissão de doenças (CASTANIA, 2009).

O rio Parnaíba, localizado na região Nordeste, banha estados do Maranhão e do Piauí. Tem um importante papel socioeconômico pela potencialidade de seus recursos naturais que propiciam aptidão para o desenvolvimento de inúmeras atividades: pesqueiras e agropastoris, de navegabilidade, de energia elétrica, de abastecimento urbano, de lazer, dentre outras (SÓ GEOGRAFIA, 2007 – 2019).

Apelidado de “Velho Monge”, o principal rio da bacia nasce nos contrafortes da chapada das Mangabeiras, confluência de três outros rios: Água Quente, na divisa de Maranhão e Piauí, Curriola e Lontra, ambos no território do estado Piauiense. Este corre cerca de 1450 quilômetros até sua desembocadura no Oceano Atlântico, servindo, ao longo de todo seu curso, de divisa entre Maranhão e Piauí (SANTIAGO, 2006 – 2019).

Antes de adentrar no Oceano Atlântico, o Parnaíba forma um amplo e recortado delta – o único delta em mar aberto das Américas e um dos três maiores do mundo. O Delta do Parnaíba é um importante ponto turístico, atraindo pessoas de todo o mundo, interessadas no turismo ecológico (SÓ GEOGRAFIA, 2007 – 2019).

Assim, objetivou-se com o estudo avaliar os parâmetros físico-químicos da água do rio Parnaíba como possível fonte para a criação de peixes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As coletas foram realizadas no mês de novembro, no período conhecido como B-R-O- bró que é considerado o mais quente na região, nos dias: 05, 06 e 08 de 2019. A primeira coleta foi feita entre 09 e 10h da manhã, a segunda entre 12 e 13h e a última entre 16 e 17h da tarde. Em cinco pontos distintos do rio Parnaíba, no perímetro urbano das cidades de Timon (MA) e Teresina (PI).

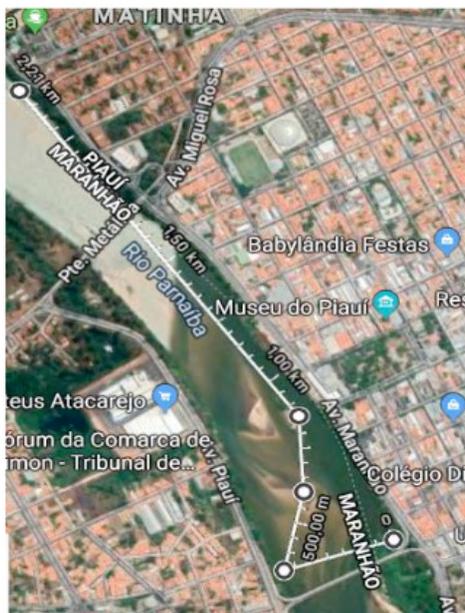


Figura 1. Localização dos pontos de coleta de água ao longo do rio Parnaíba.

Fonte: Google Maps

Pontos	Latitude	Longitude
P1	5.090699	42.817282
P2	5.094407	42.819700
P3	5.092011	42.820100
P4	5.083320	42.826836
P5	5.09.6950	42.820386

Quadro 1. Coordenadas geográficas dos cinco pontos ao longo do rio Parnaíba.

Fonte: Google Maps.



Figura 2. Caracterização dos pontos de coleta de água do rio Parnaíba (P1, P2, P3, P4 e P5); Ferramenta utilizada para a captação da água ("F").

Fonte: autora

O ponto um (P1) é a área onde há um despejo de esgoto constante, o ponto dois (P2) é no meio do rio, o ponto três (P3) há presença de vegetação, o ponto quatro (P4) além de ter também o despejo de esgoto, há lavagem de carros diariamente e o ponto cinco (P5) é próximo a uma galeria desativada da cidade de Timon (MA) (Figura 2). Os quatro primeiros pontos são todos do lado da cidade de Teresina (PI).

Para realização da captação da água, utilizou-se uma "ferramenta" (Figura 2) feita manualmente, onde na ponta de um cabo de vassoura, estava amarrada uma garrafa plástica de 250 ml que quando submersa era preenchida de água. Depois de coletadas, as amostras foram identificadas e colocadas em uma caixa isotérmica (sem gelo). Para posteriormente serem encaminhadas para o Laboratório de Química da Faculdade IESM e o Alfakit – Polikit Piscicultura de Água Doce passaram por análises físico-químicas com a finalidade de obter informações sobre a viabilidade da piscicultura e das potencialidades do rio, com exceção da temperatura e do oxigênio dissolvido que foi realizado no ponto de coleta dentro do barco. Perfazendo um total de 41 amostras.

No primeiro dia de coleta, foram analisados apenas os quatro pontos iniciais citados acima. O ponto cinco, do lado da cidade de Timon (MA), foi incluído a partir do segundo

dia depois de observar alguns aspectos relevantes, como a existência de uma galeria de despejo de esgoto. No segundo dia não foi possível fazer a primeira coleta no ponto um, pois ao chegarmos lá, um pescador tinha colocado a sua rede justamente na entrada para o ponto, contudo nos impossibilitando de passar.

Assim como na segunda coleta, entre 12 e 13h, o pescador ainda se encontrava no mesmo lugar e já “tratando” os peixes, então a coleta foi feita do lado de fora do ponto mesmo. Mas no final da tarde, entre 16 e 17h, conseguimos chegar no ponto e realizar a coleta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físicos e químicos fundamentais no controle de qualidade de água em piscicultura estão descritos no quadro 1 (KUBITZA, 2010).

<b>Físicos</b>	<b>Níveis desejados para o cultivo de peixes tropicais</b>
Temperatura	25 - 30 °C
Cor/ Transparência	40 - 60 cm
<b>Químicos</b>	-----
pH	6,5 - 8,0
Alcalinidade	> 50mg CaCO <sub>3</sub> /L
Dureza	> 30mg CaCO <sub>3</sub> /L
Oxigênio dissolvido	> 4mg/L
Amônia tóxica	< 0,05mg/L
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	< 0,5mg/L

Quadro 2. Principais parâmetros físicos químicos de água e níveis desejados para o cultivo de peixes tropicais.

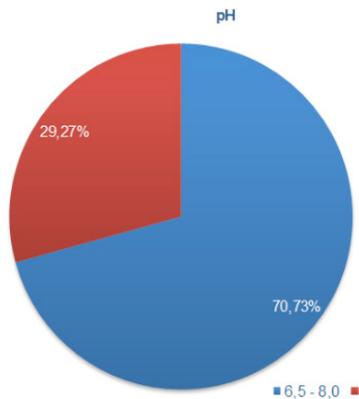


Figura 3. Valores do pH.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nos sistemas de produção de pescado é importante o monitoramento do pH, suas alterações muito grandes podem afetar o desenvolvimento dos peixes e até ocasionar a mortalidade em alguns casos extremos. Principalmente nas fases iniciais de criação, onde os peixes são ainda mais sensíveis a essas alterações (ALBANEZ; MATOS, 2007).

O valor recomendado varia entre 6,5 a 8,0 (KUBITZA, 2010). Ao comparar o pH dos diferentes pontos, 29,27 % atingiram o recomendado. Enquanto que, 70,73 % estavam fora do padrão considerado adequado. O menor valor foi 5,9 (P2) obtido na segunda análise e o máximo 7,0 encontrado na terceira análise (P3).

A Resolução CONAMA 357/2005 determina a faixa padrão para pH aceitos para águas de classe 2, entre 6 e 9. Os valores obtidos apresentaram conformidade a legislação ambiental.

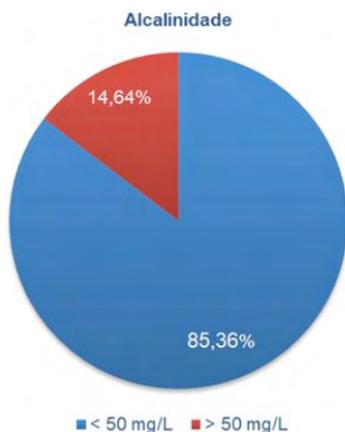


Figura 4. Valores de alcalinidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

Sendo um importante indicador para a qualidade da água a alcalinidade, esse parâmetro é a média da capacidade de neutralizar ácidos. Avaliar esse parâmetro no ambiente de cultivo contribui para a moderação do pH. Ambientes com pouca alcalinidade inicial podem alterar o processo de oxidação da amônia nitrito pelas bactérias nitrificantes. Essas bactérias ao oxidarem a amônia reduzem os níveis de alcalinidade (NASCIMENTO, 2018).

O valor mínimo recomendado é 50 mg/L (KUBITZA, 2010). Com os resultados obtidos, 14,64% das amostras estavam dentro do padrão e 85,36% apresentaram valores inferiores a 50 mg/L, deste modo adequadas para a piscicultura. O menor valor foi 20 mg/L (P5) e o maior foi 160 mg/L (P1).

A Resolução CONAMA 357/2005 não determina um limite para esse parâmetro.

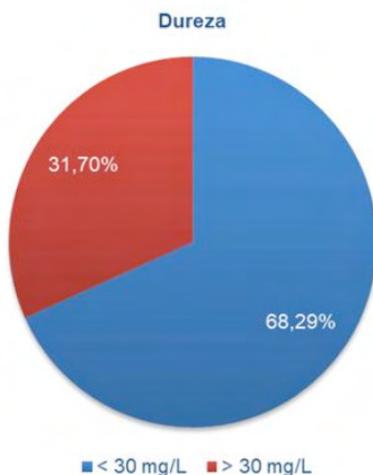


Figura 5. Valores de dureza.

Fonte: Dados da pesquisa.

O valor mínimo de dureza recomendado é 30 mg/L (KUBITZA, 2010). Onde, 68,29% estavam abaixo de 30 mg/L e 31,70% dentro da margem considerada como adequada.

A Resolução CONAMA 357/2005 não estipula um limite para esse parâmetro.



Figura 6. Valores de oxigênio dissolvido.

Fonte: Dados da pesquisa.

A concentração de oxigênio na água exerce grande influência sobre o consumo de alimento, crescimento e a conversão alimentar dos peixes, o que pode contribuir para a redução da produtividade dos sistemas de criação (KUBITZA, 2003).

O valor mínimo desejado é de 4 mg/L (KUBITZA, 2010). Onde o mínimo foi 7 mg/L (P1) e máximo de 9 mg/L (P2, P3, P4 e P5).

A Resolução CONAMA 357/2005 estipula valor mínimo para concentração do oxigênio dissolvido em 5 mg/L. Em vista disso, estavam dentro do padrão recomendado.

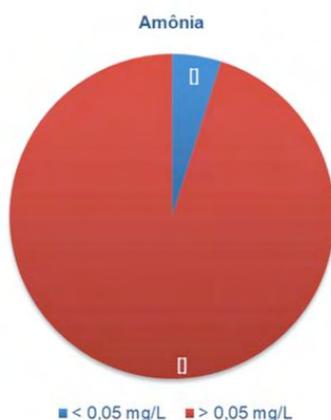


Figura 7. Valores de amônia.

Fonte: Dados da pesquisa.

O valor recomendado é inferior a 0,05 mg/L (KUBITZA, 2010). A presença de amônia, nos cinco pontos analisados, apenas 4,88% apresentaram concentrações inferiores a 0,05

mg/L. Enquanto que, 95,12%, as concentrações foram superiores ao permitido, chegando a 3 mg/L (P1), o qual é o mais poluído do rio no trecho em estudo.

A resolução do CONAMA 2005, determina valores máximos de 0,40 mg/L para água doce destinadas a aquicultura. Com exceção do P1, os demais pontos não excedem o valor permitido pela mesma.

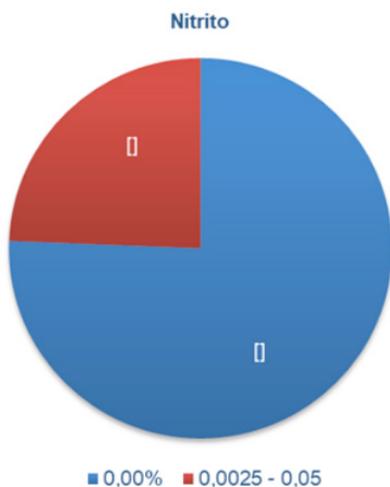


Figura 8. Valores de nitrito.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em altas concentrações, o nitrito pode ser tóxico aos organismos aquáticos e até mesmo ao homem, no caso de ingestão de água com concentrações elevadas de nitrito (superior a 10 mg/L) (ESTEVES, 2011). O Efeito mais importante do nitrito nos peixes é a capacidade de oxidar a hemoglobina do sangue, convertendo em meta-hemoglobina, que é incapaz de transportar oxigênio, provocando morte por asfixia (SILVA, 2007).

O valor recomendado é inferior a 0,5 mg/L (KUBTIZA, 2010). Os valores observados, 75,61% não foi encontrado nitrito e em 24,39% entre 0,025 e 0,05 mg/L.

A Resolução CONAMA 357/2005 determina para a criação de peixes, o limite máximo de concentração de nitrito em 1,0 mg/L. Logo os níveis observados não ultrapassaram ao estabelecido pela Resolução.

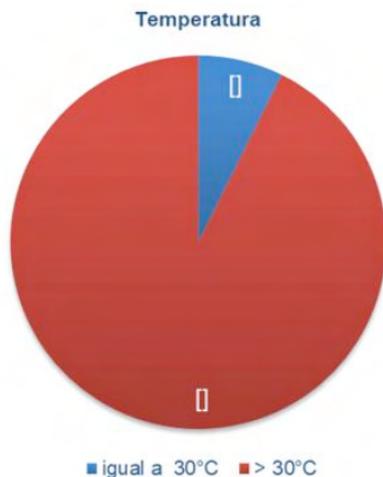


Figura 9. Valores de temperatura.

Fonte: Dados da pesquisa.

A temperatura desempenha papel muito importante sobre os organismos aquáticos e a maioria dos parâmetros físicos, químicos e biológicos na unidade de criação (KUBITZA, 2003).

Os valores de temperatura recomendados são de 25 a 30°C (KUBITZA, 2010). Onde 7,32% apresentaram temperatura de 30°C e 92,68% apresentaram temperaturas superiores a 30°C, chegando a 33°C.

Destacando que o valor de temperatura indicado pela Resolução CONAMA 357/2005 para os corpos hídricos de classe 2 é de no máximo 40°C. Em vista disso, todos os pontos se encaixaram nessa recomendação.

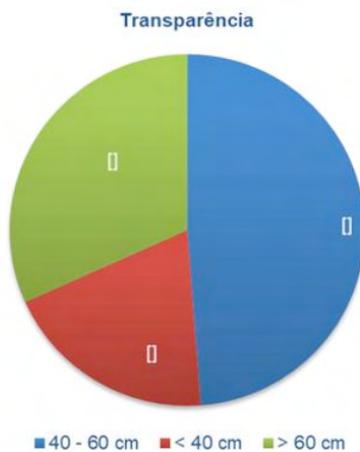


Figura 10. Valores de transparência.

Fonte: Dados da pesquisa.

A transparência da água nos sistemas de criação de peixes, aparece como parâmetro muito importante, pois a partir dessa medida é possível determinar a profundidade da zona fótica, ou seja, a profundidade de penetração vertical da luz solar na coluna d'água, indicando o nível da atividade fotossintética (CETESB, 2009). Do ponto de vista ótico, a transparência pode ser considerada o oposto da turbidez (ESTEVES, 2011).

A transparência da água para a piscicultura, deve está entre 40 e 60 cm (KUBITZA, 2010). Sendo que, 19,51% dos pontos estavam com valores inferiores a 40 cm; 31,71% apresentaram valores superiores a 60 cm e 48,78% estavam de acordo com a recomendação. O menor valor registrado foi 21 cm (P1), e o maior 110 cm (P3).

A Resolução CONAMA 357/2005 não determina valores para esse parâmetro.

Durante esse trabalho, foi possível observar, a presença de muitas pessoas que utilizam a água do rio Parnaíba para tomar banho, lavar roupa, e principalmente, a presença de muitos pescadores, os quais ficam inocentemente dentro da água para pescar, estando propícios a adquirir várias doenças e contaminações; principalmente no ponto mais poluído daquele trecho em estudo. Onde tiram do rio a sua fonte de renda. Sem saber também, que aqueles peixes estão contaminados devido ao acúmulo de poluentes no seu organismo.

## CONCLUSÃO

A água do rio Parnaíba, no trecho em estudo, não é viável como fonte para a criação de peixes.

## REFERÊNCIAS

ALBANEZ, J. R.; MATOS, A.T. Aquicultura. In: MACÊDO, J.A.B. **Águas & Águas**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, 2005. 23 p. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 18 de novembro de 2019.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p.; 2011.

KUBITZA, F. **Qualidade de água no cultivo de peixes e camarões** - Jundiá; F. Kubitza, 2003. 229p.

KUBITZA, F. **Os caminhos para piscicultura sustentável**. Revista Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro. Vol 20 nº 110, junho 2010.

MACEDO, Lúcio Antônio Alves de. **Qualidade Ambiental dos Rios da ilha de São Luís**. Maranhão: Mestrado em Saúde e Ambiente, 2003. 74p.

NASCIMENTO, Jânio Félix do. **Avaliação dos níveis de nitrogênio e fósforo em criação de Tilápia em tanque-rede**. Areia: UFP, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2018).

SILVA, N. A. **Caracterização de impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água: estudo de caso na bacia do rio Cuiabá/MT.** Cuiabá: UFMT, 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, 2007.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

*Aedes aegypti* 140, 144

Agência Nacional do Petróleo (ANP) 22, 27

Água potável 76, 96, 108, 109, 110, 118, 130, 131, 133, 137, 146, 151

Aquífero 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 122

Arboviroses 140, 143, 144, 153

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) 132, 141

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 3, 17, 40, 47, 65, 85

### B

Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI) 87, 88, 89

Bactérias termotolerantes 77, 78, 79

Barragem 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

Biocombustíveis 22, 27

### C

Caixa d'água 77, 81, 82, 123

Captação de água 79, 80, 108, 109, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 122

Cloração 77, 80, 81, 82, 83

Cloradores 77, 80, 81, 84, 85

Combustíveis 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 122

Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) 109, 110

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 14, 23, 28, 50, 58

Contaminantes 22, 38, 155

### D

Desenvolvimento sustentável 130, 132, 141, 142

Desinfecção 50, 77, 79, 80, 122

Deterioração ambiental 35

Drenagem urbana 29, 30, 37, 124, 129, 130, 133

### E

Ecossistema 126, 131

Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) 135

Escassez hídrica 108, 109, 115

Escoamento superficial 87, 88, 90, 92, 93

Esgotamento sanitário 49, 50, 57, 59, 117, 118, 120, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 138, 143, 145, 147, 149

Estação de Tratamento de Água (ETA) 136

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 38, 40, 41, 42, 46, 52, 58

Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) 48, 50

## **F**

Filtros anaeróbios 61

Fossa séptica 60, 61, 62, 65, 77, 139

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) 65, 122, 127

Fundo das Nações Unidas para criança (UNICEF) 118

## **G**

Gasolina 19, 21, 22

Gestão ambiental 1, 38, 39, 40, 45, 46, 47, 48

## **H**

Hidrogeologia 20

## **I**

Impactos ambientais 17, 38, 39, 40, 41, 42, 48, 130, 132, 139

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 59, 110, 115, 127, 130, 145

## **L**

Lagos 109, 150

Legislação ambiental 1, 2, 4, 43, 101

Lençol freático 21, 22

Lodo 41, 42, 51, 52, 57, 61, 62

## **M**

Macrodrenagem 30, 37

Mananciais 108, 109, 124, 125

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 16, 22, 23, 27, 28, 38, 39, 40, 45, 47, 48, 50, 58, 59, 67, 87, 107, 108, 117, 118, 125, 126, 129, 130, 131, 132, 134, 142

Microdrenagem 30

Modelagem hidráulica 66, 68, 71, 74, 76

## O

Organização das Nações Unidas (ONU) 131, 142

## P

Patógenos 38, 77, 80, 85

Piscicultura 95, 96, 99, 100, 102, 106, 107

Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANSAB) 133

Poços 19, 24, 27, 79, 80, 85, 109, 111, 114, 117, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 138, 152

Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) 4

Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) 2, 5

Poluentes atmosféricos 40

## R

Reciclagem 2, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 126, 132

Recursos hídricos 19, 37, 43, 44, 59, 78, 108, 139, 142, 153

Represas 109, 150

Reservas hidrográficas 19

Resíduos sólidos 2, 3, 4, 5, 6, 17, 29, 32, 33, 35, 40, 41, 51, 117, 118, 122, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 137, 138, 140, 141

Reutilização 5, 16, 155

Rios 30, 96, 97, 106, 109, 139

## S

Saneamento básico 3, 15, 17, 38, 39, 47, 48, 58, 59, 66, 67, 78, 108, 110, 117, 118, 120, 121, 124, 126, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 150, 151, 152, 153, 154

Saúde pública 3, 4, 12, 118, 124, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 139, 140, 141, 143, 144, 146, 152, 153

Saxitoxinas 146

Sistema de Gestão Ambiental (SGA) 38, 39, 40, 45, 46, 47

Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) 130

Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) 4

Sustentabilidade ambiental 5

## V

Vírus Zika 143, 153

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

# RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

# RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)