



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](mailto: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>
-------------------------------	------------

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

Data de aceite: 09/01/2020

### **Claudio Farias de Almeida Junior**

Universidade Federal do Pará – UFPA, Instituto de Geociências.

Belém - Pará

### **Ronaldo Pimentel Ribeiro**

Universidade do Estado do Pará – UEPA, Instituto de Geociências.

Belém – Pará

### **Mirian Favacho da Silva Ramos**

Universidade do Estado do Pará – UEPA, Faculdade de Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química.

Barcarena - Pará

### **Amanda Ingrid da Silva Therezo**

Universidade do Estado do Pará – UEPA, Faculdade de Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química.

Barcarena - Pará

### **Márcia de Almeida**

Universidade Federal do Pará – UFPA, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Tucuruí - Pará

### **Marcos Antônio Barros dos Santos**

Universidade do Estado do Pará – UEPA, Faculdade de Química.

Belém - Pará

qualidade das águas subterrâneas de oito poços tubulares no bairro Jardim Cabano, localizado na Vila dos Cabanos, município de Barcarena. O principal objetivo desta pesquisa foi analisar as águas subterrâneas desses poços, através de oito parâmetros físico-químicos (pH, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, cloreto, dureza total, amônia, nitrato e nitrito). Os resultados obtidos foram comparados com os padrões de potabilidade, segundo a Portaria n.º 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Para interpretação dos resultados foram elaborados 8 gráficos de variação de valores dos parâmetros. Os resultados do pH das águas desses poços foram considerados ácido com média de 4,4, sua dureza total apresentou valor médio de 121,25 mg/L, classificando-as em mole, moderado a dura na composição de  $\text{CaCO}_3$ , quanto aos valores da amônia, três poços apresentaram concentrações elevadas, (P2) com 2,43; (P5) com 1,8 e (P7) com 3,0 mg/L de  $\text{N-NH}_3$ , ultrapassando os valores máximos permitidos pela lei vigente, que permite no máximo 1,5 mg/L de  $\text{N-NH}_3$ . Para o nitrato, a média alcançou um valor de 11,625 mg/L de  $\text{N-NO}_3$ , ficando acima do valor de 10 mg/L, permitido pela Portaria 2.914/2011. Conclui-se que as águas desses oito poços são ligeiramente ácidas, e que os compostos nitrogenados (amônia e nitrato) são os indicativos de contaminação da água subterrânea dos poços analisados, refletindo

**RESUMO:** O presente estudo verificou a

as condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, que a população do bairro Jardim Cabano o qual a recebem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas subterrâneas. Poços. Qualidade das águas.

## WATER QUALITY IN THE WELLS OF CABANOS VILLAGE CABANO GARDEN CABANO, CITY OF BARCARENA-PA

**ABSTRACT:** The present study verified the groundwater quality of eight tubular wells in the Jardim Cabano neighborhood, located in Vila dos Cabanos, Barcarena municipality. The main objective of this research was to analyze the groundwater of these wells through eight physicochemical parameters (pH, total dissolved solids, dissolved oxygen, chloride, total hardness, ammonia, nitrate and nitrite). The results obtained were compared with the potability standards, according to Ministry of Health Ordinance No. 2.914 / 2011. For the interpretation of the results, 8 graphs of variation of the parameter values were prepared. The pH results of the waters of these wells were considered acid with an average of 4.4, their total hardness presented an average value of 121.25 mg / L, classifying them as soft, moderate to hard in the CaCO<sub>3</sub> composition, as to ammonia, three wells had high concentrations, (P2) with 2.43; (P5) with 1.8 and (P7) with 3.0 mg / L N-NH<sub>3</sub>, exceeding the maximum values allowed by the current law, which allows a maximum of 1.5 mg / L N-NH<sub>3</sub>. For nitrate, the average reached a value of 11.625 mg / L of N-NO<sub>3</sub>, above the value of 10 mg / L, allowed by Ordinance 2.914 / 2011. It is concluded that the waters of these eight wells are slightly acidic, and that the nitrogenous compounds (ammonia and nitrate) are indicative of groundwater contamination of the analyzed wells, reflecting the unsatisfactory hygienic-sanitary conditions that the population of Jardim Cabano neighborhood which receive it.

**KEYWORDS:** Groundwater. Wells. Water quality.

### 1 | INTRODUÇÃO

Esta pesquisa apresenta os resultados preliminares alcançados com o desenvolvimento do projeto de Trabalho de Conclusão de Curso no prelo, intitulado “Qualidade da água dos poços do bairro Jardim Cabano da Vila dos Cabanos, município de Barcarena-PA” desenvolvido no início do 2º semestre de 2017.

A água para consumo humano pode ser obtida de diferentes fontes, sendo uma dessas fontes, o manancial subterrâneo, recurso utilizado por uma ampla parcela da população brasileira. A água subterrânea pode ser captada no aquífero confinado, que se encontra em duas camadas relativamente impermeável, o que dificulta a sua contaminação, ou ser captada no aquífero não confinado ou livre, que fica mais suscetível à contaminação e em função ao baixo custo e facilidade de perfuração de água do aquífero livre, embora vulnerável a contaminação, é a mais frequente utilizada pela população (FOSTER, 1993; ASSIS DA SILVA, 1999).

A pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade das águas de oito poços residenciais do bairro Jardim Cabano, utilizadas para consumo humano, através das análises físico-químicas.

O trabalho de campo foi realizado no início do segundo semestre de 2017, iniciando no período de seca na região, foram coletadas oito amostras de águas de poços tubulares, propondo-se avaliar a qualidade dessas águas, através das análises físico-químicas, que foram levadas imediatamente para o laboratório de Ciências Naturais do campus universitário de Barcarena da Universidade do Estado do Pará, e realizado os procedimentos laboratoriais. Essas análises levaram em consideração, parâmetros físicos-químicos como: pH, sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido (OD), dureza total, cloreto, amônia, nitrato e nitrito e foram interpretadas e comparadas aos padrões de potabilidade da água, segundo a portaria nº 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde.

Os resultados mostraram que as pesquisas através das coletas de dados dos poços tubulares analisados, indicaram um pH altamente ácido e águas contaminadas por componentes nitrogenados (amônia e nitrato).

A contaminação da água pode se dar em função da descontinuidade do fornecimento, da falta de rede de esgoto, da manutenção inadequada da rede e reservatórios, agrotóxicos, aterros sanitários e fossas sépticas que contaminam os lençóis freáticos (SOARES *et al.*, 2002; BETTEGA *et al.*, 2006).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização da área de estudo

A área de estudo está inserida no município de Barcarena, mais precisamente na Vila dos Cabanos no bairro Jardim Cabano (Figura 1a). O município está localizado a sudoeste da cidade de Belém, cerca de 80 Km diretamente do centro da capital paraense, faz parte da bacia hidrográfica dos rios Guamá e Acará e Baía do Capim. Seu acesso se dá pela alça viária conectando as rodovias estaduais (PA-151 e 483) ou por travessias fluviais (Figura 1b).



Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo – Vila dos Cabanos, Barcarena.

Fonte: Imagem de satélite do Google Earth (2018)/Digital Globe, adaptado.

## 2.2 Procedimento de campo

Neste procedimento foram feitos os levantamentos de oito poços tubulares. As amostras de água foram coletadas e armazenadas em garrafas de polietileno de 300 ml, devidamente higienizadas e imediatamente encaminhadas para o laboratório de Ciências Naturais do campus universitário de Barcarena/UEPA, para as análises dos parâmetros físico-químicos. As amostras foram identificadas em P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8.

## 2.3 Procedimento de laboratório

Na etapa laboratorial, foram selecionados dois parâmetros físicos: o potencial hidrogeniônico (pH) e os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) com os seguintes equipamentos específicos: o pH foi determinado com um pH-metro manual digital

de marca INSTRUTHERM PH-1700, equipados com eletrodo duplo de vidro e previamente calibrados com soluções tampões, para a medida do STD foi utilizado o instrumento TDS-3 digital equipados com eletrodo duplo metálico. Para os parâmetros químicos foram analisados o oxigênio dissolvido (OD), a dureza total, o cloreto, a amônia, o nitrato e o nitrito (todos analisados através de Kit para Potabilidade), utilizando os manuais de instruções do kit básico de potabilidade para água doce, seguindo a sua metodologia própria.

Os parâmetros físico-químicos foram analisados e interpretados de acordo com os padrões pré-estabelecidos pela Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, que estabelece os Valores Máximos Permitidos (VMP) pelas águas subterrâneas para consumo humano (BRASIL, 2011).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Análises físico-químicas das águas subterrâneas

Nas amostras de águas subterrâneas coletadas de oito poços tubulares da área estuda, analisaram-se os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Oxigênio Dissolvido (OD), Cloreto (Cl<sup>-</sup>), Dureza total, Amônia (NH<sub>3</sub>), Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) (Tabela 1).

Parâmetros	VMP	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Média
pH	6,0-9,5	4,9	5,1	5,0	4,7	3,7	3,9	4,4	4,0	4,4
STD (mg/L)	1000	45	46	32	50	71	62	96	86	61
*OD (mg/L)	*	7	8	11	12	13	14	11	10	10,75
Cloreto (mg/L Cl <sup>-</sup> )	250	40	30	40	50	60	70	90	100	60
Dureza total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	500	10	10	100	30	300	250	70	200	121,25
Amônia (mg/L N-NH <sub>3</sub> )	1,5	0,61	2,43	0,12	0,30	1,8	0,12	3,0	0,30	1,085
Nitrato (mg/L N-NO <sub>3</sub> )	10	15	10	10	10	15	10	15	8	11,625
Nitrito (mg/L N-NO <sub>2</sub> )	1,0	0,5	0,25	0	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,375

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas dos poços do bairro Jardim Cabano da Vila dos Cabanos, município de Barcarena.

Fonte: Autores (2018).

\*OD – Oxigênio Dissolvido - CONAMA nº 357/2005 determina que a água doce seja  $\geq 5,0$  mg/L de O<sub>2</sub> (BRASIL, 2005).

Os resultados analíticos foram sistematizados e plotados no programa computacional Grapher versão 9.0, visando uma melhor interpretação dos parâmetros citados, comparando-os com os Valores Máximos Permitidos (VMP) pela portaria

2.914/2011 do Ministério da Saúde que preconiza o consumo humano por águas doces (águas subterrâneas). Esses resultados se encontram associados à figura 2 (a, b, c, d, e, f, g, h).

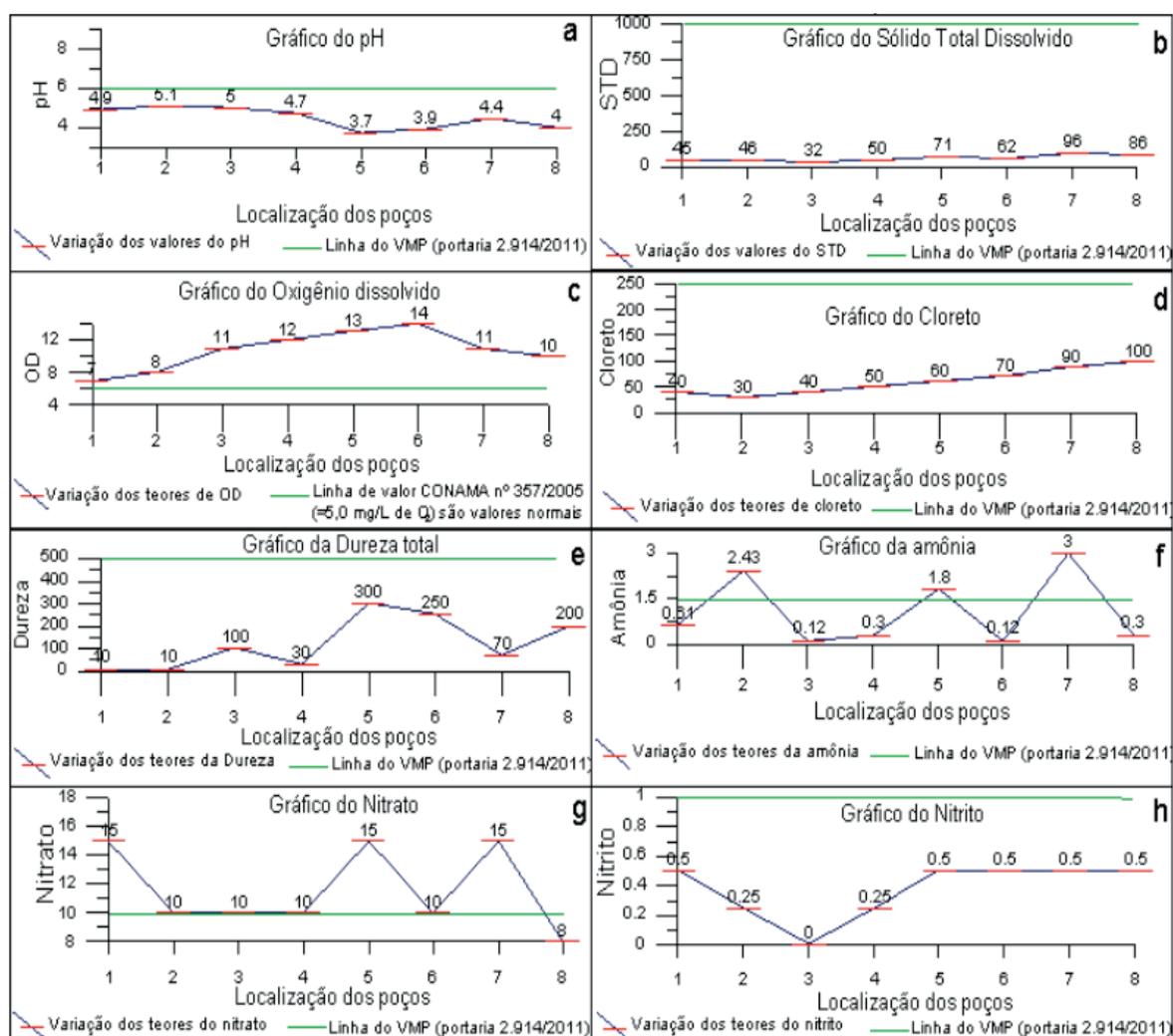


Figura 2 - Gráficos de variações de valores dos parâmetros físico-químicos analisados nas águas subterrâneas do bairro Jardim Cabano, Vila dos Cabanos, município de Barcarena.

Fonte: Autores (2018).

Os resultados de pH apresentam valores com máxima de 5,1 no poço P2 e mínima de 3,7 no poço P5 com média de 4,4, sendo consideradas ácidas, estando em discordância com o padrão de qualidade de águas subterrâneas da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, de potabilidade. A Figura 2a, mostra a linha do valor máximo permitido (VMP), onde se observa que todos os valores estão abaixo do VMP que vai de 6 a 9,5 (Tabela 1), indicando que as amostras analisadas dos 8 poços, encontram-se fora dos padrões permissíveis pela lei vigente citada, imprópria para consumo humano. O pH ácido propícia a dissolução de acessórios metálicos, podendo alterar o sabor da água original e causar progressivamente doenças gastrointestinais, quando consumida diariamente.

Segundo BRASIL (2011), os sólidos totais dissolvidos (STD), apresentam um

VMP de 1000 mg/L, para consumo humano de acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do MS. Os resultados analíticos do gráfico da figura 2b apresentam valores de STD muito abaixo do permitido pela lei vigente com média de 61 mg/L, dessa forma essas águas encontram-se dentro dos padrões de potabilidade. Embora os sólidos totais dissolvido possam ser de origem natural, estes em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos.

As análises das águas subterrâneas dos oito poços do bairro Jardim Cabano apresentaram valor médio de 10,75 mg/L de oxigênio dissolvido ( $O_2$ ), acima do padrão de aceitação para consumo humano sem tratamento prévio, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005 determina que a água doce (água subterrânea) seja  $\geq 5,0$  mg/L de  $O_2$  (BRASIL, 2005), observado na figura 2c.

Em relação às propriedades organolépticas de potabilidade dos oitos poços pesquisados, tanto os valores do cloreto, como de dureza total de todas as amostras analisadas estão dentro dos limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde, conforme Portaria nº 2.914/2011.

Os resultados do cloreto mostraram uma média de 60 mg/L de  $Cl^-$  com uma concentração maior no poço (P8) com teor de 100 mg/L de  $Cl^-$ , nota-se que a variância da linha do cloreto aumenta progressivamente em relação aos poços (P2) e (P8), esses aumentos de concentração possam estar relacionados com a atividade antrópica, vindo especialmente dos esgotos domésticos e fossas sépticas (Figura 2d). Com relação a dureza total das águas analisadas, se observou que as maiores concentrações de  $CaCO_3$  encontram-se nos poços (P5), (P6) e (P8) com teores de 300, 250 e 200 mg/L de  $CaCO_3$ , respectivamente, bem próximo aos valores máximos permitidos pela lei vigente citada (Figura 2e).

De acordo com Richter (2009), as águas podem ser classificadas em termos do grau de dureza: mole ( $< 50$ ); moderada (50-150); dura (150-300) e muito dura ( $>300$ ).

Neste contexto as águas dos poços analisados classificam-se em mole representado pelos poços (P1), (P2) e (P4), moderada encontrados nos poços (P3) e (P7) e dura caracterizado pelos poços (P5), (P6) e (P8), esta variação de classificação da dureza da água, possa estar relacionada com os efluentes despejados por esgotos domésticos no solo, saturando a água subterrânea de cálcio e magnésio.

Os compostos nitrogenados como amônia ( $N-NH_3$ ), nitrato ( $N-NO_3$ ) e nitrito ( $N-NO_2$ ), mostram as surgências em questão das águas subterrâneas do bairro Jardim Cabano da Vila dos Cabanos. Nos resultados analíticos para amônia e nitrato, foram constato três poços que se encontram acima da linha dos VMP observado na figura 2f, o poço (P2) apresentou teor de 2,43 mg/L, (P5) com 1,8 mg/L e (P7) com 3,0 mg/L de  $NH_3$ , sendo este último dobrando o valor máximo permitido pela portaria 2.914/2011, que determina até 1,5 mg/L de  $NH_3$  para consumo humano. Para o

nitrito os poços P1, P5 e P7 obtiveram valores de 15,0 mg/L de  $\text{NO}_3$ , acima da linha do VMP da portaria vigente, que preconiza até 10,0 mg/L de  $\text{NO}_3$  para consumo humano (Figura 2g). Quanto ao nitrito todos os valores encontram-se abaixo da linha dos VMP que determinar até 1,0 mg/L de  $\text{NO}_2$ , neste caso, as águas dos oito poços analisados encontram-se dentro dos padrões de potabilidade, segundo a lei vigente citada (Figura 2h).

Os resultados para amônia e nitrito, revelaram que há uma similaridade nos poços P5 e P7, que constaram alto teores de concentrações desses parâmetros, portanto ambos estão relacionados, tanto as causas naturais, como o mau uso do solo, em decorrência das atividades antropogênicas, como contaminação por esgotos domésticos e fossas sépticas. A presença dos compostos nitrogenados nos seus diferentes estados de oxidação é indicativo de contaminação da água subterrânea e de possíveis condições higiênico-sanitárias insatisfatórias.

O nitrito em excesso provoca dois efeitos adversos à saúde, quais sejam, a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças e, a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas, ambas carcinogênicas (SCORSAFAVA *et al.*, 2010; NASCIMENTO e BARBOSA, 2005). Por isso, apesar do valor máximo permitido estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde ser de 10 mg/L N- $\text{NO}_3$  na água potável, valores superiores a 3 mg/L já considerado que a fonte de água está sendo contaminada (CORDEIRO *et al.*, 2011).

#### 4 | CONCLUSÕES

De acordo com os resultados encontrados, pode-se concluir que a qualidade da água subterrânea dos oito poços analisados do bairro Jardim Cabano, Vila dos Cabanos/Barcarena-PA, apresentaram impróprias para consumo no parâmetro pH que apresentou valores inferiores a 6,0 que é o mínimo permitido pela portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde para consumo humano, tendo uma média de 4,4, considerado uma água ligeiramente ácida, podendo gerar futuramente comprometimento a saúde de quem a consomem.

Nos parâmetros nitrogenados revelaram que 37,5% das amostras analisadas apresentaram teores de amônia superiores a 1,5 mg/L de  $\text{NH}_3$ , com maior concentração no poço P7 (3,0 mg/L de  $\text{NH}_3$ ), já o nitrito apresentou média de 11,625 mg/L de  $\text{NO}_3$ , de acordo com a portaria 2.914/2011 o valor máximo permitido é de 10 mg/L de  $\text{NO}_3$ . Portanto, este percentual configura contaminação nos poços (P1, P2, P5 e P7), provenientes de agentes antrópicos, seja ela por esgotos domésticos ou por fossas sépticas.

Vale ressaltar que, o poço P5 foi o mais anômalo dos oito poços analisados, obtendo águas com pH mais ácido (3,7); grau de dureza dura (300 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ );

nitrato com 15 mg/L de  $\text{NO}_3$  e nitrito com 0,5 mg/L de  $\text{NO}_2$ .

## REFERÊNCIAS

ASSIS DA SILVA, R.C. **Abrindo mão do direito ao consumo de água tratada**: Feira de Santana – BA. Monografia (Especialização em Direito Sanitário) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Saúde, Feira de Santana/BA. 1999.

BETTEGA, J.M.P.R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C.A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 30, n. 5, p. 950-954. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em 17 de outubro de 2017.

BRASIL. Ministério da saúde. **Resolução nº 357 de 17/03/2005**. Brasília, Conselho Nacional Meio Ambiente (CONAMA). Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama](http://www.mma.gov.br/port/conama). Acessado em 9 de abril de 2017.

CORDEIRO, M. R.; RODRIGUES, S. M.; SOUZA, P. R. N.; FERREIRA, M. I. P. Avaliação da contaminação de efluentes domésticos em poços sobre área de restinga. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes, v. 5, n. 1, p.89-102, 2011.

FOSTER, S. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas**: Um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto Geográfico. 1993.

NASCIMENTO, S.; BARBOSA, J. S. F. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de salvador, Bacia do Rio Lucaia, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 35, n. 4, p.543-550, 2005.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo -SP. 340 p. 2009.

SCORSAFAVA, M. A.; SOUZA, A.; STOFER, M.; NUNES, C. A.; MILANEZ, T. V. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v.69, n. 2, p.229-232, 2010.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. M. C. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Revista Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1713-1724, nov./dez. 2002.

## 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**