



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^a 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^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a 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^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D371 Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 4 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

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

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 628.362

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.5232021011	
CAPÍTULO 2	25
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	
DOI 10.22533/at.ed.5232021012	
CAPÍTULO 3	38
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	
DOI 10.22533/at.ed.5232021013	
CAPÍTULO 4	52
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	
DOI 10.22533/at.ed.5232021014	
CAPÍTULO 5	76
DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB APLICADA À HIDRÁULICA DE CANAIS	
Lenise Farias Martins Rafael Pereira Maciel Luis Henrique Magalhães Costa	
DOI 10.22533/at.ed.5232021015	

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

CAPÍTULO 12	161
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210112	
CAPÍTULO 13	180
APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM HIDROMETRIA COM BASE EM ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO	
Luiz Claudio Drumond	
DOI 10.22533/at.ed.52320210113	
CAPÍTULO 14	190
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210114	
CAPÍTULO 15	204
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210115	
CAPÍTULO 16	212
OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE RESERVATÓRIO NA BUSCA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (RESERVATÓRIO DE JORDÃO DE 90.000 M ³ , SISTEMA PIRAPAMA-PE)	
Hudson Tiago dos S. Pedrosa	
DOI 10.22533/at.ed.52320210116	
CAPÍTULO 17	228
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210117	

CAPÍTULO 18	238
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210118	
CAPÍTULO 19	247
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210119	
CAPÍTULO 20	260
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	
DOI 10.22533/at.ed.52320210120	
CAPÍTULO 21	274
PROJETO DE AÇÃO SOCIAL ALIADO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA E SEUS EFEITOS NA COMUNIDADE	
Manuella Andrade Swierczynski	
DOI 10.22533/at.ed.52320210121	
CAPÍTULO 22	293
PROJETO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES	
Roberto Santos de Oliveira Julio Cesar Oliveira Antunes Lucas Olive Pinho Silva Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.52320210122	
CAPÍTULO 23	305
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

CAPÍTULO 29	370
--------------------------	------------

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

SOBRE O ORGANIZADOR.....	383
---------------------------------	------------

ÍNDICE REMISSIVO	384
-------------------------------	------------

POÇO ARTESIANO; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA QUE ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE

Data de aceite: 09/01/2020

Angela Maria Coêlho de Andrade

Centro Universitário Tabosa de Almeida – ASCES/
UNITA

Caruaru- Pernambuco

Caio Cesário de Andrade

Centro Universitário Tabosa de Almeida – ASCES/
UNITA

Caruaru- Pernambuco

RESUMO: Águas subterrâneas são um recurso natural essencial para a vida humana e para o ecossistema da terra. Com sua escassez, o agravamento da poluição dos lençóis subterrâneos é notado na zona rural do município de Calçado, onde o seu fornecimento para a população rural é por caminhão-pipa e esta água é oriunda de um poço artesiano. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do poço artesiano que é fornecida por carro pipa para a população da zona rural do município de Calçado-PE, por meio de análises físico-químicas e microbiológica. Uma água própria para o consumo deve atender aos padrões de potabilidade e no Brasil foram definidos pelo Ministério da Saúde, através de portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Esta portaria estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle

e vigilância da qualidade da água. Foram analisadas duas amostras provenientes do poço artesiano do Sítio Prata, feitas análises físico-químicas para a determinação de pH, condutividade, cor aparente, cloretos, dureza total e alcalinidade e análises microbiológicas para a determinação de coliformes totais a 35°C e *Escherichia coli*. Os resultados obtidos revelaram que todas as duas amostras estão de acordo com a legislação vigente para os valores das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, Poço artesiano, Análises, Água subterrânea.

ARTESIAN WELL: QUALITY ASSESSMENT OF RURAL AREA WATER SUPPLYING IN THE CITY OF CALÇADO-PE

ABSTRACT: Groundwater are an essential natural resource for human life and the earth's ecosystem. Because of its scarcity, the aggravation of ground water pollution is noticed in the rural area of the municipality of Calçado, where its supply to the rural population is made by water truck and this water comes from an artesian well. This study aimed to evaluate the water quality of the artesian well that is supplied by water tanker to the population of the rural area of Calçados-PE, through physicochemical and microbiological analysis. Proper drinking

water must reach potability standards and in Brazil they were defined by the Ministry of Health, through Ordinance No. 2,914 of December 12, 2011.

This Ordinance establishes the procedures and responsibilities related to water quality control and surveillance. Two samples from the artesian well of Prata ranch were analyzed, physicochemical analyzes were performed to determine pH, conductivity, apparent color, chlorides, total hardness and alkalinity and microbiological analyzes to determine total coliforms at 35°C and *Escherichia coli*. The results revealed that all two samples are in accordance with current legislation for the values of the physicochemical and microbiological analyzes performed.

KEYWORDS: Water quality, Artesian well, Analysis, Groundwater.

1 | INTRODUÇÃO

A água é o composto de primeira necessidade para qualquer ser vivo, tornando impossível a vida sem esse recurso. Atualmente, tem-se a comprovação de que este recurso foi e está sendo comprometido e que sua disponibilidade se encontra diminuída. Quando o assunto é água, sendo na sua forma pura ou em outras aplicações, é perceptível a grande necessidade para o planeta em geral, sua escassez acarreta em um problema mundial, devido ao mau uso nos últimos tempos (DANTAS, 2013).

A disponibilidade hídrica no mundo é o que mais preocupa o homem, pois 97,5% das águas disponíveis no planeta são salgadas, em consequência restam aproximadamente 2,5% de água doce. Desse percentual de 2,5%, cerca de 68,7% desse líquido está armazenado em regiões polares em geleira, e 30,1% está confinado em reservatórios subterrâneos. Contudo as águas doces encontradas em rios e lagos corresponde somente a 0,27%, correspondendo em torno de 0,007% do volume no planeta (SANTOS, 2010).

Segundo Dantas (2013), devido ao aumento populacional, é preciso aumentar a demanda de água doce que já existe, com a implantação de política de gestão de bacias hidrográficas, que envolve tanto as águas superficiais quanto águas subterrâneas, para suprir o abastecimento público e a agricultura.

O Brasil se destaca por possuir aproximadamente 12% da descarga de água doce dos rios do mundo (ABE; GALLI, 2008). Entretanto, há grande desigualdade em relação à disponibilidade hídrica no território regional. Nas regiões mais secas do Nordeste, chega a chover cerca de 400 milímetros por ano, como a evapotranspiração é muito alta, sobra pouca água disponível para os rios e os lençóis subterrâneos (BRANCO, 2003).

As principais vantagens para a utilização de águas subterrâneas são (NATAL; NASCIMENTO, 2004); a) o baixo custo da construção de poços em relação ao custo das obras de captação de águas superficiais; b) alternativa de abastecimento para

pequenas e médias populações urbanas ou comunidades rurais; c) geralmente são de boa qualidade ao consumo humano.

As águas subterrâneas em geral são mais limpas do que as superficiais, desta forma, não necessitam do mesmo grau de tratamento para o consumo humano. Nos últimos anos, no agreste de Pernambuco, a água está escassa, desta forma, se faz necessário o uso de alternativas, e uma das alternativas utilizadas ultimamente é a perfurações de poços artesianos.

Nos poços artesianos, as águas fluem naturalmente do solo em um aquífero até a superfície. As águas de um poço artesiano, em geral, têm a pressão mais alta do que a pressão atmosférica, desta forma, o uso de bombas é desnecessário (TUNDISI; TUNDISI, 2011).

A água para ser ingerida é essencial que não contenha elementos nocivos à saúde, ou seja, ser potável que significa 'o que se pode beber'. O padrão de qualidade da água de abastecimento humano é o mais exigente. As legislações no Brasil (BRASIL, 2011), de potabilidade para o consumo humano e para as águas subterrâneas é de acordo com a portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MS).

O município de Calçado está localizado no agreste de Pernambuco, no agreste meridional, fazendo parte do semi-árido pernambucano, está a 644 metros acima do nível do mar, onde a área na unidade territorial é de 121,945m² que se limita ao sul ao município de Canhotinho, norte e leste Lajedo e oeste Jupi, principal acesso é pela PE-158 (IBGE, 2010).

O poço artesiano, no município de Calçado-PE, está se caracterizando como uma solução para o consumo humano da população da zona rural, devido à escassez de água potável na região. A construção de poços artesianos traz muitos benefícios principalmente para populações que vivem em áreas com escassez.

Como a população rural do município de Calçado é abastecida por água de poço artesiano, este projeto teve a finalidade de avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos dessa água, utilizando o parâmetro de potabilidade definido pela portaria 2.914 de 2011 vigente do MS, que estabelece a norma de qualidade da água para consumo humano.

2 | METODOLOGIA

O projeto trata-se de uma pesquisa experimental/qualitativa/quantitativa, desenvolvida na zona rural no município de Calçado-PE. O estudo foi realizado de outubro de dois mil de dezesseis a maio de junho de dois mil e dezessete.

As amostras da água do poço artesiano de Calçado foram coletadas de acordo com as análises realizadas. Os recipientes onde foram coletadas as amostras foram

devidamente identificados com número controle das amostras, nome do pesquisador, local e ponto da coleta, data e hora coletadas. As amostras foram transportadas imediatamente para o Laboratório onde foram processadas. O poço está localizado no sítio prata, na estrada vicinal entre Lajedo e Calçado.

A análise laboratorial das amostras foi realizada de acordo com a metodologia descrita pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012) de acordo com a portaria de potabilidade nº 2.914 de dezembro de 2011 do MS (BRASIL, 2011).

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, alcalinidade de bicarbonatos, cor aparente, cloretos, dureza total e condutividade. Foram coletados 3 litros da água do poço artesiano em recipientes opacos com tampa, em dois dias diferentes.

Para análise da água do poço artesianos do sítio da prata da zona rural do município de Calçado-PE, foram coletas duas amostras (Amostra 1 e Amostra 2). Após coleta as amostras das águas foram encaminhadas para o Laboratório de análise de alimentos, águas e ambientais (LAMEN), onde foram feitos os ensaios físico-químicos e microbiológicos (LAMEN, 2017). O método adotado pelo laboratório é o *P/A colilert* em um saco transparente.

O exame da água destinada ao consumo humano é de fundamental importância, uma vez que quantificar a ausência ou a presença de microrganismos que podem ser prejudiciais à saúde humana. A finalidade da análise microbiológica é fornecer subsídios a respeito da sua potabilidade, ou seja, ausência de risco de ingestão provenientes da contaminação pelas fezes humanas e animais de sangue quente. A análise biológica foi realizada nas amostras para avaliação de coliformes e *Escherichia coli*, pelo método *colilert*.

As informações obtidas foram tabuladas em planilhas do *software* Excel, facilitando a organização das análises efetuadas e os resultados gerados submetidos a análises gráficas, fazendo um comparativo entre os resultados dos dados da literatura.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa foram interpretados de acordo com as especificidades de cada parâmetro, sempre comparando os valores obtidos com os exigidos pela Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011).

4 | ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA

Os métodos escolhidos para cada parâmetro foram, potenciometria (pHmetro)

para pH e alcalinidade, para cor espectrofotometria (espectrofotômetro), condutividade (condutivímetro), dureza foi feita a parti de uma titulação e o cloro pela cromatografia (cromatógrafo). A Tabela 1 mostras os resultados da análise físico-química das duas amostras da água do poço artesiano, onde é possível observar e comparar com valor máximo permitido (VMP).

Parâmetros	VMP	Resultado por Amostras	
		Amostra 1	Amostra 2
pH	6,0-9,0	6,9	6,6
Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	NC	80	60
Cor Aparente (uH)	15	0,098	0,096
Cloretos (mg/L)	250	76	68
Condutividade (mS)	NC	0,358	0,338
Dureza Total (mg/L de CaCO ₃)	500	70	60

Tabela 1. Valor da análise físico-química, do poço artesiano da propriedade rural do sítio prata.

Fonte: Lamen (2017).

O pH da água é de grande importância quando em relação a distribuição pública, pois ele é um indicador de ácido base de um líquido, uma vez que, o organismo humano esteja mais adaptado em uma solução mais básica, podendo afetar a saúde pública diretamente quando consumida sem controle. Foi analisado em base bibliográfica, que o pH das duas amostras atende o VMP da portaria do MS, onde mostra o gráfico da Figura 1.

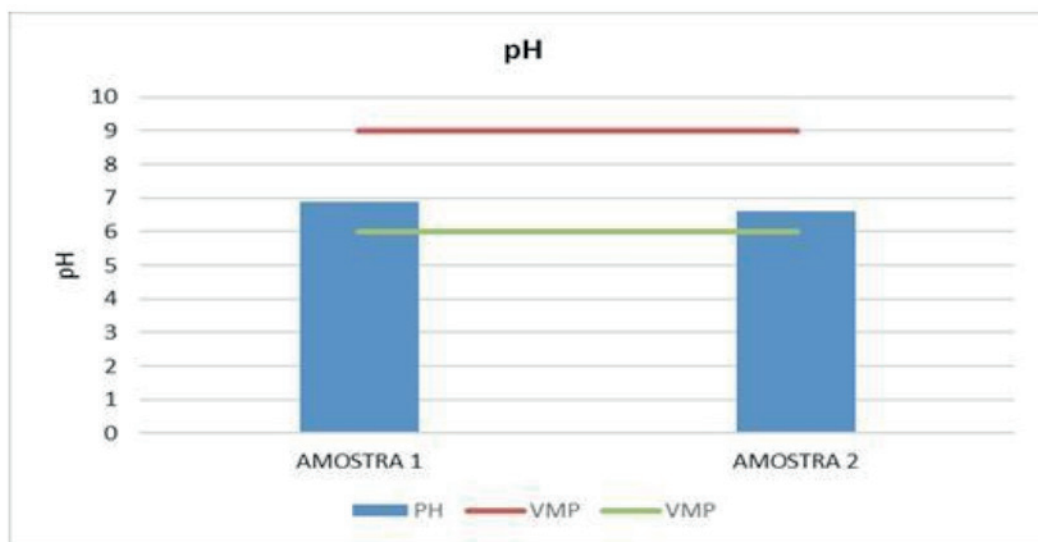


Figura 1. Dados analisados e VMP de pH das amostras do poço prata.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados semelhantes foram alcançados por Casali (2008), onde foram analisadas águas de poços fornecidas às escolas de comunidades rurais na região central do Rio Grande do Sul, onde o sítio de Tupanciretã no ponto T3 teve a primeira

amostra de pH de 6,9 e a segunda de 6,5. Os dois poços possuem uma característica mais ácida, mas ainda estão entre os parâmetros da portaria.

O pH da água de poço artesiano, segundo Moura et al. (2009) normalmente tem uma variação entre 5,5 e 8,5. Paludo (2010), analisou a água de sete poços artesianos, três dos poços analisados apresentaram valores em média de 7,5 e os quatro restantes pH entre as faixas de 7,0 e 7,3.

Richter e Netto (1991) afirmam que a alcalinidade pode ser identificada de acordo com o pH da amostra por pH > 9,4, alcalinidade de hidróxido e carbonos, pH > 8,4 e < 9,4 carbonos e bicarbonatos, pH > 4,4 e < 8,4 somente bicarbonatos e pH < 4,4 ácidos minerais.

Como o pH da amostra estava entre 6,6 e 6,9, foi observado que a água do poço possui carbonetos e bicarbonatos, onde a portaria do MS não atribui VMP para parâmetros de alcalinidade total. As amostras apresentaram uma alcalinidade de bicarbonatos mg/L de CaCO_3 , de 80mg/L para a Amostra 1 e 60mg/L para amostra 2, como descrito no gráfico da Figura 2.

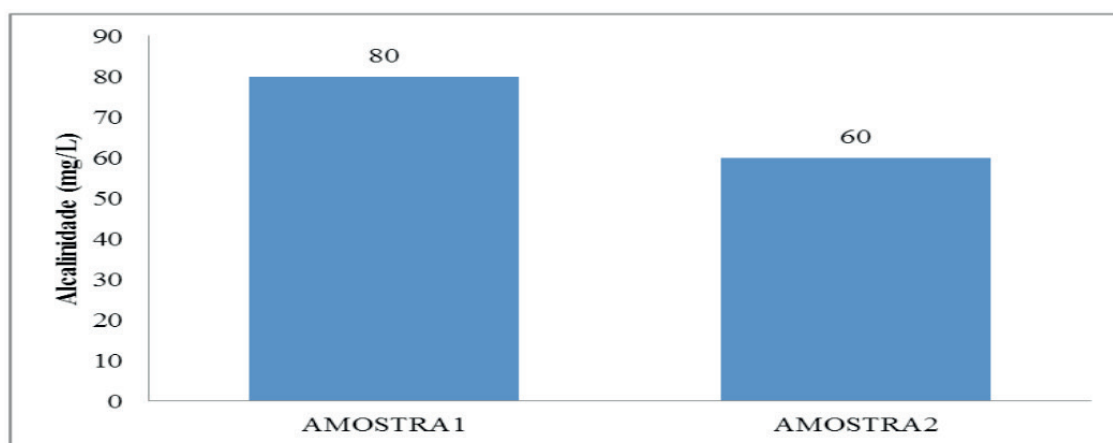


Figura 2. Valores de alcalinidade de bicarbonatos mg/L de CaCO_3 das duas amostras.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Capp et al. (2012) analisaram a água de poços artesianos no Estado de Mato Grosso do Sul, desses, três poços apresentaram valores elevados de alcalinidade, 55,5mg/L, 79,6mg/L e 154,2mg/L. Segundo Conceição et al. (2009), o aumento do valor da alcalinidade em águas subterrâneas é devido os processos de intemperismo químico.

A alcalinidade é a capacidade de neutralizar ácidos dissolvidos em uma quantidade líquida de compostos básicos. A alcalinidade é considerada parâmetro essencial na avaliação da qualidade da água para consumo (LIBÂNIO, 2005).

A cor da amostra é analisada por comparação visual em solução platina-cobalto, em concentração conhecida com o resultado em unidade Hazen (UH). A cor aparente se refere à determinação de cor em amostras com turbidez. A portaria do

MS estabelece para cor aparente de 15UH, como padrão de aceitação para consumo humano. Já as águas naturais apresentam um limite máximo de 75UH.

Os dois valores obtidos na análise estão entre o valor permitido do padrão para consumo humano e para as águas naturais. A primeira amostra teve um valor de 0,098 e a segunda 0,08. A Figura 3 repassa valores em forma de gráfico.

Todas as amostras de água de poço analisadas no trabalho de Paludo (2010) apresentaram um valor de cor aparente igual a zero, e Casali (2008) analisando a água das escolas de cinco comunidades na região central do Rio Grande do Sul, onde Santo Amaro, Tupanciretã e São Sepé, provenientes de poços artesianos tiveram uma característica de cor menor que um.

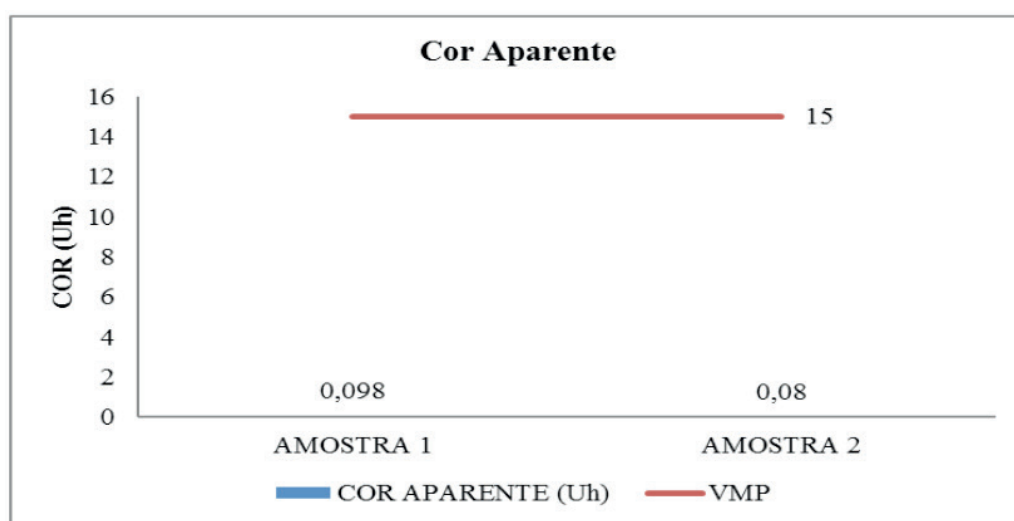


Figura 3. Dados da cor das amostras em (UH) e valor padrão da portaria.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A determinação da cor de uma água é, antes de tudo, uma caracterização estética, considerado sem grande significado sanitário, pois uma água isenta de cor pode ser menos potável do que uma água colorida. Quando a cor está acima dos padrões, além de esteticamente inaceitável, pode manchar roupas, peças sanitárias, entre outros (GUARIROBA, 2017).

Segundo o MS, em sua Portaria nº 2.914 de dezembro de 2011, o teor máximo de cloro permissível, em águas de abastecimento, é de 250mg/L em cloro. O consumo inadequado com níveis acima do permitido pode causar efeito laxativo no organismo do ser humano.

As duas amostras estão dentro do estabelecido pela portaria do MS, com uma concentração aceitável de acordo com a portaria.

Os valores das duas amostras de água do poço artesiano, como mostra o gráfico da Figura 4, foi de 76 e 68mg/L, respectivamente para a Amostra 1 e Amostra 2.

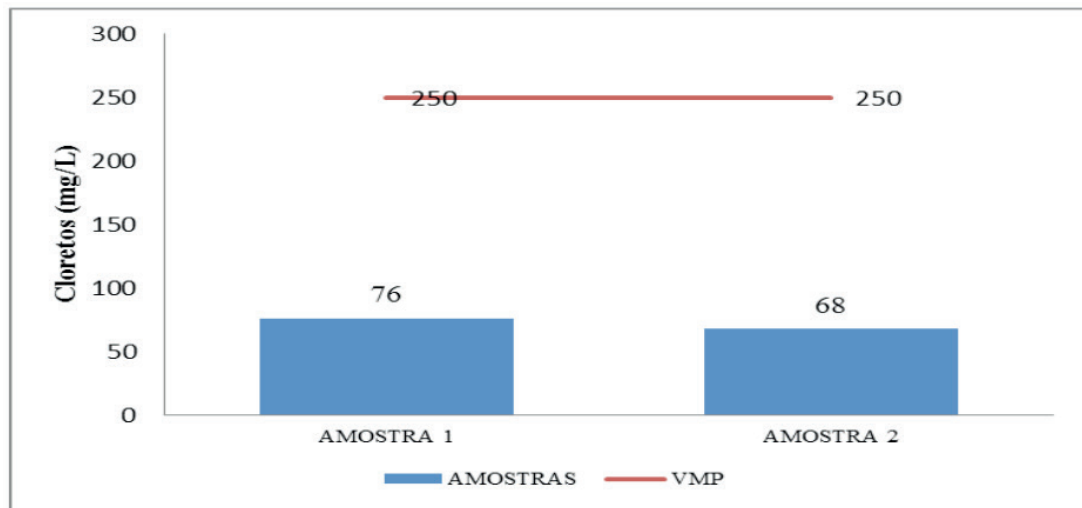


Figura 4. Dados das amostras de cloro em mg/L e o valor padrão da portaria.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Valores aproximados de cloro foram encontrados por Arruda et al. (2012) nas amostras das águas de poço de Araripina-PE onde o teor no ponto G4 foi de 95mg/L, abaixo do VMP.

Costa et al. (2012), avaliaram amostras de águas de poços artesianos de cinco microrregiões do Estado do Ceará, a região sul não apresentou níveis de cloro acima da legislação vigente.

Com relação a cloro, Capp et al. (2012) também avaliaram a água de poços artesianos e seis desses poços apresentaram valores acima do permitido pela Legislação, variando entre 283,6mg/L a 1038,3mg/L.

O cloro quando encontrado em concentrações maiores que 250mg/L pode agravar a rinite, asma, sinusite e reações alérgicas no organismo, principalmente no sistema respiratório. Uma vez que o homem tem contato direto, por exemplo, no banho ou piscina. O cloro em excesso ataca a pele e cabelo, podendo provocar coceiras (NETO; PINTO, 2017).

A condutividade elétrica de um fluido está diretamente ligada ao número de íons dissolvidos da amostra. Os íons são levados por águas superficiais ou até mesmo despejo inadequado de esgoto próximo ao local de coleta (PALUDO, 2010).

As duas amostras de água analisadas do poço do sítio prata, apresentaram uma condutividade de 0,3584mS/cm (Amostra 1) e uma pequena diminuição da condutividade com um valor de 0,3384mS/cm na Amostra 2 (Figura 5).

Valores aproximados foram evidenciados por Gasparotto (2011) que analisou amostras das nascentes da cidade de Piracicaba-SP, onde a condutividade da nascente 5 passo de 0,3mS/cm.

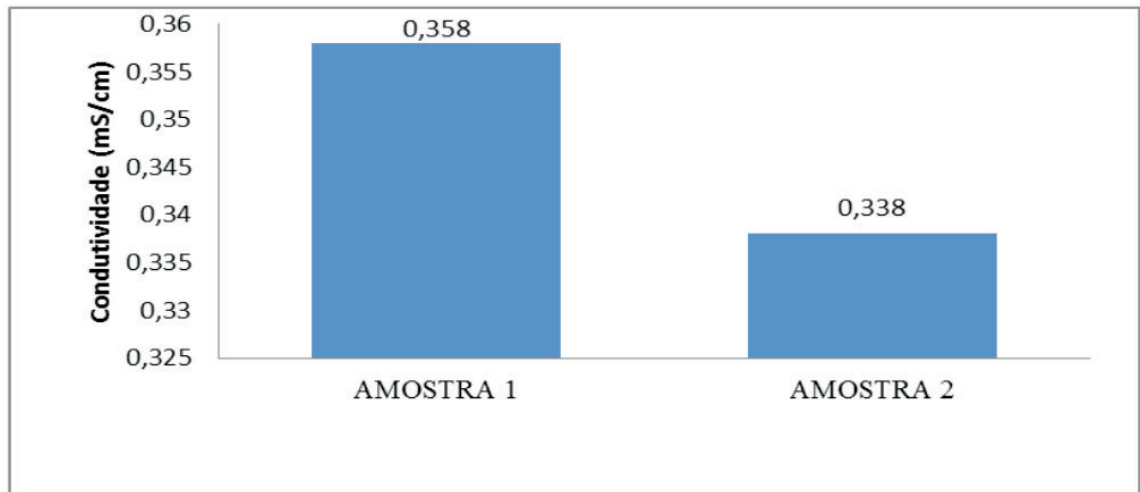


Figura 5. Dados de condutividade mS/cm das amostras e VMP da Portaria.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O aumento da condutividade elétrica pode ser um indício do aumento na concentração de sais (íons) desta amostra. A condutividade não representa um problema para a saúde humana, seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea e possibilitar a formação de cálculos renais.

A dureza estar relacionada diretamente com a presença de sais de cálcio e de magnésio, encontrada com mais frequência em águas subterrâneas devido às rochas que se encontra no canal do poço (GUARIROBA, 2017).

De acordo com os teores de sais de cálcio e magnésio, expressos em mg/L de CaCO_3 , a água pode ser classificada em (RICHTER; NETTO, 1991); a) água mole- até 50mg/L; b) água moderadamente dura- de 50 a 150mg/L; c) água dura- de 150 a 300mg/L; d) água muito dura- acima de 300mg/L

As duas amostras analisadas (Figura 6) no laboratório se encontram com uma dureza média de 65mg/L de CaCO_3 , sendo considerada como água “moderadamente dura”, segundo a bibliografia, e bem abaixo do VMP da portaria 2.914 de dezembro de 2011 do ministério do trabalho que é de 500mg/L CaCO_3 . Nas pesquisas desenvolvidas por Capp et al. (2012), os poços artesianos analisados apresentaram valores permitido variando entre 20mg/L a 297mg/L.

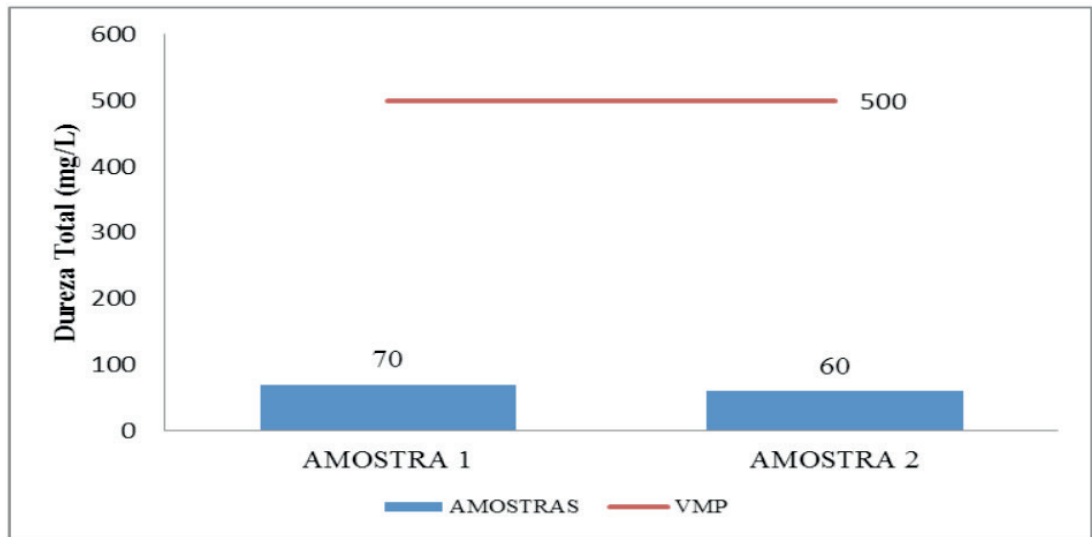


Figura 6. Dados de dureza total mg/L de CaCO_3 das amostras e VMP da Portaria.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Valores semelhantes foram encontrados por Casali (2008), na pesquisa em escolas nas comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul, na qual os valores nas comunidades de São Sepé, que teve uma média de 80,9mg/L de CaCO_3 , e por Gasparotto (2011) com valores semelhantes na nascente 3, no qual a amostra realizada em janeiro foi de 61mg/L de CaCO_3 , e a amostra de fevereiro foi 70mg/L de CaCO_3 . Ficando claro que as amostras estão de acordo e com valores bem abaixo do valor máximo permitido pela portaria vigente.

5 | ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A aceitabilidade da água para consumo depende do aspecto da água, e uma água aparentemente limpa pode estar repleta de contaminantes químicos e microbiológicos (ALVES et al., 2010). A água para consumo humano deve ser isenta de substâncias químicas prejudiciais e ter ausência de microrganismos a saúde. As amostras analisadas encontram-se em conformidade com os padrões estabelecidos pela Legislação vigente.

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos a parti da análise das amostras e a comparação com o VMP da portaria 2.914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde para o controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano e se padrão de potabilidade.

Parâmetros	VMP em 100mL	Resultado por amostras	
		Amostra 1	Amostra 2
Coliformes Total a 35°	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Escherichia coli</i>	Ausência	Ausência	Ausência

Tabela 2. Dados das análises microbiológicas das duas amostras do poço prata.

Fonte: Lamem (2017).

Um estudo conduzido por Britto (2013) em comunidades rurais de várzeas do baixo rio Amazonas, especificamente na comunidade de Maracá no ponto 4, 100% das amostras comprova a ausência de coliformes em 100mL.

Em relação com a *Escherichia coli*, amostras idênticas foram obtidas por Britto (2013) na comunidade de Mazagão Velho do Rio Baixo do Amazonas onde não foi detectada a presença do mesmo, ou seja, ausência

Colvara, Lima e Silva (2009) avaliaram a qualidade bacteriana de poços artesianos da zona rural e da periferia de municípios da zona sul do Rio Grande do Sul e todas as amostras, 100%, estavam contaminadas por bactérias do grupo coliformes e com contagens elevadas, $>2,3 \times 10^1$ (coliformes totais).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água para consumo humano, sem tratamento adequado, apresenta-se como um dos principais veículos de parasitas e microrganismos causadores de doenças, tornando-se um importante elemento de risco à saúde da população que a consome. Considerada um dos recursos naturais indispensável ao homem, a água, vem sendo poluída de tal maneira que não se pode consumi-la em seu estado natural.

A água para consumo humano tem que atender os padrões de potabilidade. A norma de qualidade da água para consumo segundo a portaria nº 2.914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde estabelece os valores máximos permitidos (VMP) para as características físico-químicas e microbiológicas da água potável.

O consumo de água do poço artesiano do sítio prata, não representa risco à saúde da população da zona rural do município de Calçado, uma vez que a água do poço se encontra dentro da legislação vigente, de acordo com as análises microbiológicas e físico-químicas realizadas. A perfuração de um poço artesiano de acordo com as normas técnicas e com uma tecnologia confiável fornece um maior aproveitamento da água subterrânea.

REFERÊNCIAS

- ABE, D.S.; GALLI, C.S. **Disponibilidade, poluição e eutrofização das águas**. c. 10, p. 166, 2008. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-816.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2016.
- ALVES, M.G.; et al. **Qualidade das águas de poços rasos provenientes de áreas urbanas e rurais de campos dos goytacazes (RJ)**. Anais. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 16, e Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 17, 2010. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22944/1508>>. Acesso em: 29 abr. 2017.
- APHA. American Public Health Association Water Works Association & Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Estados Unidos da América: A.E. 2012.
- ARRUDA, G.B.; et al. Contaminações em sulfato e cloretos em águas de superfície e subsuperfície na região de Araripina-PE. **Estudos Geológicos**, v. 22, n. 2, p. 149-171, 2012. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/estudosgeologicos/paginas/edicoes/2012222/2012222t11.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2017.
- BRANCO, S.M. **Água: origem, uso e preservação**. 2ªed. São Paulo: Moderna, 2003, 96p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.htm>. Acesso em: 08 set. 2016.
- BRITO, P.N.F. **Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do baixo rio Amazonas**. Dissertação. 50f. Universidade Federal do Amapá Pró-reitoria de Ensino e Graduação Curso de Ciências Ambientais. 2013.
- CAPP, N.; et al. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio(MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 77-92, set./dez. 2012. Disponível em: <<http://Capp%202012%20qualidade%20da%20água%20de%20poço.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2017.
- CASALI, C.A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. Dissertação. 173f. Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. 2008.
- CONCEIÇÃO, F.T.; et al. Hidrogeoquímica do aquífero guarani na área urbana de Ribeirão Preto (SP). **Revista Geociências**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 65-77, 2009.
- COLVARA, J.G.; LIMA, A.S.; SILVA, W.P. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. **Braz. J. Food Technol.**, II SSA, p. 11-14, jan. 2009.
- COSTA, C.L.; et al. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. Semina: **Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 171-180, jul./dez. 2012.
- DANTAS, P.H.N. **Fundamentos da gestão de recursos hídricos no Rio Grande do Norte**. Monografia. 51f. Universidade Federal Rural do Semiárido. RN: UFRSA. Angicos. 2013.
- GASPAROTTO, F.A. **Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. Dissertação. 90f. Universidade de São Paulo. 2011.
- GUARIROBA. **Águas Guariroba**. Disponível em: <<http://www.aguasguariroba.com.br/sagua/info2.php>>. Acesso em: 04 de mar. 2017.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Estimativa Populacional. 2010. Acesso em: 01 set. 2016.
- LAMEN. Laboratório de Análises de Alimentos, Águas e Ambientais. Garanhuns-PE, 2017.
- LIBÂNIO, M. **Procedimentos da qualidade da água e tratamento de água**. 2ªed. Campinas: Átomo, p. 19-53, 2005.
- MOURA, M.H.G.; et al. **Análise das águas dos poços artesianos do campus CAVG-UFPEL**. 2ª Amostra de trabalhos de tecnologia ambiental. Rio grande do Sul, 2009.
- NATAL, L.; NASCIMENTO, R. Águas subterrâneas: conceitos e controvérsias. Boletim mídia ambiente. São Paulo, ano II, n. 6, out/Nov. 2004. Disponível em: <<http://www.midiaambiente.org.br/UserFiles/File/Boletins/Boletim.2004.out.nov.pdf>>. Acesso em: 18 set.2016.
- NETO, J.L.S.; PINTO, M.R.O. **Análise de cloretos da água de abastecimento de uma cidade localizada no estado de Pernambuco através do método volumétrico de Mohr**. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Comunicacao_386.pdf>. Acesso em: 25 de mar. 2017.
- PALUDO, D. **Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul**. Monografia. 77f. Centro Universitário Univates. Lajeado, dez. 2010.
- RICHTER, C.A.; NETTO, J.M.A. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada**. 1ªed. São Paulo: Blucher, p. 30-32, 1991.
- SANTOS, N.D. **A economia sustentável dos recursos hídricos: a crise e o desperdício da água em Porto Alegre**. Monografia. 85f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS. Porto alegre. 2010.
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de textos, p. 23-51, 2011.

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