

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 3**



Atena
Editora
Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

**Gestão de Recursos Hídricos e
Sustentabilidade**
3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 3 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-667-6 DOI 10.22533/at.ed.676192709 1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 343.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 50 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. 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
ADEQUAÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS PARA A CIDADE DE CARUARU-PE BASEADA NA MÉDIA DE PRECIPITAÇÕES CHUVOSAS	
José Floro de Arruda Neto Armando Dias Duarte Íalysson da Silva Medeiros Gustavo José de Araújo Aguiar Gilson Lima da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6761927091	
CAPÍTULO 2	9
ANÁLISE DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHO DE AR CONDICIONADO VISANDO O SEU REAPROVEITAMENTO	
Ideana Machado de Carvalho Ideane Machado Teixeira de Sousa André Luiz da Silva Santiago Elisabeth Laura Alves de Lima Valderice Pereira Alves Baydum	
DOI 10.22533/at.ed.6761927092	
CAPÍTULO 3	17
ESTUDO DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES NO ESTADO DO PIAUÍ	
Mariana Fontenele Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927093	
CAPÍTULO 4	24
PROJETO DE SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA CINZA DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS	
Daniel Kiyomasa Nakadomari Deividi Lucas Paviani Osmar Amaro Rosado William Freitas Petrangelo Camila Brandão Nogueira Borges Camila Fernanda de Paula Oliveira Paulo Sergio Germano Carvalho Daniel Lyra Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.6761927094	
CAPÍTULO 5	34
QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA DESPERDIÇADO NOS BEBEDOUROS DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE, CAMPUS ARACAJU	
Rafaella Santos Coutinho Zacarias Caetano Vieira Carina Siqueira de Souza Carlos Gomes da Silva Júnior Daniel Luiz Santos Any Caroliny Dantas Santos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927095	

CAPÍTULO 6 39

DEMANDA ESPECÍFICA DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: VERIFICAÇÃO DE SUPERESTIMAÇÃO DE VALORES UTILIZADOS NO MEIO TÉCNICO PARA DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - ESTUDO DE CASO

Marcelo Coelho Lanza
Maria da Glória Braz

DOI 10.22533/at.ed.6761927096

CAPÍTULO 7 51

ANÁLISE ENTRE VAZÃO DE PROJETO E VAZÃO DE OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Angelis Carvalho Menezes
Michelli Ferreira de Oliveira
Luciana Coêlho Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.6761927097

CAPÍTULO 8 61

ANÁLISE DAS SOBREPRESSÕES E SUBPRESSÕES NA ADUTORA DO POXIM, PROPONDO DISPOSITIVOS ALTERNATIVOS DE MANUTENÇÃO DO GOLPE DE ARIETE

Abraão Martins do Nascimento
Keila Giordany Sousa Santana
Paulo Eduardo Silva Martins
Nayara Bezerra Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.6761927098

CAPÍTULO 9 68

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN E ÁGUAS ALTERNATIVAS DE ALMINO AFONSO-RN EM SEUS MÚLTIPLOS USOS

Clélio Rodrigo Paiva Rafael
Larissa Janyele Cunha Miranda
Rokátia Lorrany Nogueira Marinho
Renata de Oliveira Marinho
Antonio Ferreira Neto
Mônica Monalisa Souza Valdevino
Lígia Raquel Rodrigues Santos

DOI 10.22533/at.ed.6761927099

CAPÍTULO 10 77

ÁREAS PRESERVADAS E QUALIDADE DA ÁGUA: A INFLUÊNCIA DA REMONTA NO RIBEIRÃO DAS ROSAS – JUIZ DE FORA/MG

Geisa Dias Gaio
Pedro José de Oliveira Machado

DOI 10.22533/at.ed.67619270910

CAPÍTULO 11 89

CONTRIBUIÇÃO DA GEOFÍSICA PARA A HIDROGEOLOGIA DA APA GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS

Giancarlo Lastoria

Guilherme Henrique Cavazzana
Andresa Oliva
Sandra Garcia Gabas
Chang Hung Kiang

DOI 10.22533/at.ed.67619270911

CAPÍTULO 12 96

ESPACIALIZAÇÃO POR INTERPOLADOR KERNEL DA POTENCIALIDADE DE
ARMAZENAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO LESTE DO ESTADO
DE SERGIPE

Kisley Santos Oliveira
Thais Luiza dos Santos
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.67619270912

CAPÍTULO 13 107

INUNDAÇÕES E USOS DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA,
RESENDE/RJ

Angel Loo
Pedro José de Oliveira Machado

DOI 10.22533/at.ed.67619270913

CAPÍTULO 14 120

ANÁLISE HIDROMORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIACHO DO SERTÃO NA
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO TRAIPIU – AL

Luana Kívia Lima de Paiva
Lucas Araújo Rodrigues da Silva
Thiago Alberto da Silva Pereira

DOI 10.22533/at.ed.67619270914

CAPÍTULO 15 127

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO
METROPOLITANA DO CARIRI - CEARÁ

Ana Beatriz Nunes Oliveira
Diego Arrais Rolim Andrade de Alencar
Edson Paulino de Alcântara
Thamires Figueira da Penha Lima Gonçalves
Sávio de Brito Fontenele

DOI 10.22533/at.ed.67619270915

CAPÍTULO 16 139

APLICAÇÃO DA FLUORESCÊNCIA MOLECULAR E REDE NEURAL DE KOHONEN
PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA
PRESENTE NOS RIOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SERGIPE E
SÃO FRANCISCO

Adnivia Santos Costa Monteiro
Erik Sartori Jeunon Gontijo
Igor Santos Silva
Carlos Alexandre Borges Garcia
José do Patrocínio Hora Alves

DOI 10.22533/at.ed.67619270916

CAPÍTULO 17	150
MÉTODO GEOELÉTRICO - POTENCIAL INSTRUMENTO PARA AUXÍLIO DA GESTÃO DO SOLO E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS: ESTUDOS DE CASO, ALAGOINHAS, BAHIA	
Rogério de Jesus Porciúncula Olivar Antônio Lima de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.67619270917	
CAPÍTULO 18	162
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DE CASO EM ABATEDOURO DE BOVINOS	
Isabel Cristina Lopes Dias Antonio Carlos Leal de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270918	
CAPÍTULO 19	173
A OCORRÊNCIA NATURAL DE NÍQUEL E CROMO (III) EM ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS COMPLEXOS ULTRABÁSICOS E ALCALINOS, O EXEMPLO DE JACUPIRANGA	
Augusto Nobre Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.67619270919	
CAPÍTULO 20	182
OCORRÊNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A GEOTECNOLOGIA	
Marcela Almeida Alves Marcos Rodrigues Cordeiro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270920	
CAPÍTULO 21	197
AVALIAÇÃO DO AQUÍFERO LIVRE DA ZONA NORTE DO MUNICÍPIO DE ARACAJU-SERGIPE ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE METAIS E BTEX	
Carlos Alexandre Borges Garcia Nathália Krissi Novaes Oliveira Helenice Leite Garcia Ranyere Lucena de Souza Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270921	
CAPÍTULO 22	207
DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SEGUNDO PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS DO DISTRITO DE MARACAJÁ EM NOVO REPARTIMENTO-PA	
Agnes da Silva Araújo Lucas Nunes Franco Davi Edson Sales e Souza Raisa Rodrigues Neves Vanessa Conceição dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.67619270922	

CAPÍTULO 23	217
INFLUÊNCIA DE CEMITÉRIO EM PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	
Fernando Ernesto Ucker Maria Clara Veloso Soares Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270923	
CAPÍTULO 24	229
O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CONTEXTO DOS PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO: CASO DE ESTUDO EM UM MUNICÍPIO RIBEIRINHO E EM UM MUNICÍPIO DO INTERIOR DO PIAUÍ	
Bruna Peres Battemarco Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira Osvaldo Moura Rezende Ana Caroline Pitzer Jacob Matheus Martins De Sousa Luiza Batista De França Ribeiro Paulo Canedo de Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.67619270924	
CAPÍTULO 25	243
ANÁLISE QUANTITATIVA DA VEGETAÇÃO CILIAR DO CÓRREGO BOA ESPERANÇA E DO RIO MUQUI DO NORTE - TRECHO URBANO DO MUNICÍPIO DE MUQUI (ES)	
Caio Henrique Ungarato Fiorese Vinícius Rocha Leite Gabriel Adão Zechini da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.67619270925	
CAPÍTULO 26	255
AVALIAÇÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UMA BACIA CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE	
Valdeci Antônio de Oliveira Daniela Maimoni de Figueiredo Simoni Maria Loverde Oliveira Ibraim Fantin-Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.67619270926	
SOBRE O ORGANIZADOR	275
ÍNDICE REMISSIVO	276

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DE CASO EM ABATEDOURO DE BOVINOS

Isabel Cristina Lopes Dias

Universidade Federal do Maranhão Departamento
de Biologia
São Luís - Maranhão

Antonio Carlos Leal de Castro

Universidade Federal do Maranhão Departamento
de Oceanografia e Limnologia
São Luís - Maranhão

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o atendimento das legislações em vigor para águas subterrâneas, monitorou-se a qualidade da água de origem subterrânea utilizada no processo industrial de um abatedouro de bovinos, localizado na cidade de São Luís, Maranhão. Assim, amostras da água do poço foram coletadas, para avaliação da sua qualidade físico-química e microbiológica. A caracterização da água subterrânea coletada atendeu aos padrões exigidos pelas legislações vigentes, sendo, portanto, considerada satisfatória. Alternativas de melhorias foram sugeridas, sendo que estas podem ser adotadas pelos demais abatedouros locais.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea. Abatedouro. Usos múltiplos.

UNDERGROUND WATER QUALITY: CASE STUDY IN BOVINE ANIMALS

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the compliance with the legislation in force for underground water. For this purpose, we monitored the underground water quality used in the industrial processing of a cattle slaughterhouse, located in the municipality of São Luís, Maranhão State, Northeast region of Brazil. Water well samples were collected and subjected to physical-chemical and microbiological analyses. The underground water evaluated in this study met the standards required by the legislation in force; therefore, it was considered satisfactory. Alternatives for improvement were suggested, which can be adopted by other local slaughterhouses.

KEYWORDS: Underground water. Slaughterhouse. Multiple uses.

1 | INTRODUÇÃO

Conforme prevê a Lei Federal nº 9.433 de 01 de março de 2005, a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas. Assim, todos os setores usuários da água têm igualdade de acesso aos recursos hídricos. A Política Nacional só traz uma exceção a esta regra, que vale para situações de escassez, em que os usos prioritários da água passam a ser o consumo humano e a dessedentação de animais.

Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando, cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido. A água subterrânea, por exemplo, além de ser um bem econômico, é considerada mundialmente uma fonte imprescindível de abastecimento para consumo humano, para as populações que não têm acesso à rede pública de abastecimento ou para aqueles que, embora com acesso, têm o fornecimento com frequência irregular (Helbel et al. 2008). A preocupação com a qualidade da água, decorrente da progressiva poluição hídrica, é um dos motivos que levam grande parte da população ao consumo de água proveniente de fontes subterrâneas.

Os aspectos físico-químicos e microbiológicos são considerados critérios de qualidade da água. Independente da fonte (superficial ou subterrânea), a água pode servir de veículo para vários agentes biológicos e químicos, sendo necessário observar os fatores que podem interferir negativamente na sua qualidade (Di Bernardo, 1993). Em relação à qualidade microbiológica, a água pode atuar como veículo de transmissão de agentes patogênicos e deterioradores, constituindo um risco à saúde (Amaral et al. 2003).

A presente pesquisa foi desenvolvida em um abatedouro de bovinos localizado no município de São Luís, Estado do Maranhão, com o objetivo de avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água de origem subterrânea utilizada no processo industrial de abate, bem como avaliar o atendimento das legislações em vigor, quanto à qualidade da água de consumo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O abatedouro onde foi realizada a pesquisa está localizado no Km 10 da BR-135 (2°39'32"S / 44°17'15"W), Distrito Industrial do município de São Luís – DISAL, Estado do Maranhão, Nordeste Brasileiro (Figura 1).

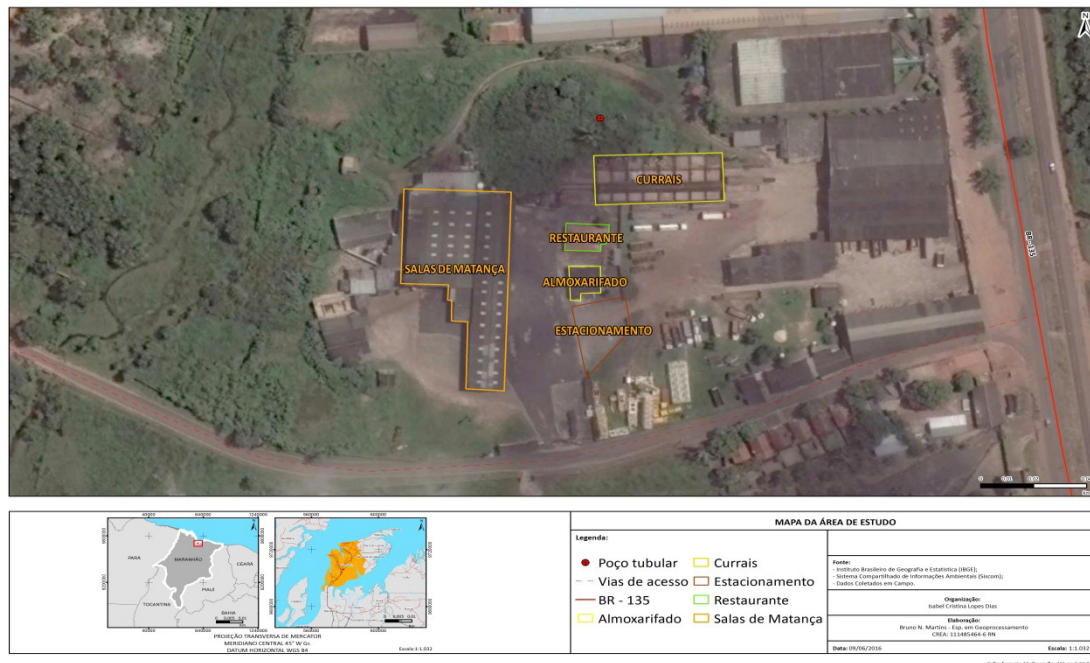


Figura 1- Localização do abatedouro.

O abatedouro em estudo possui uma produção mensal de, aproximadamente, 3.000 bovinos abatidos, com média de 120 cabeças/dia. A população trabalhadora consiste de 50 funcionários, todos com turno fixo e jornada diária com duração de 6 horas.

A fonte de abastecimento de água é um poço tubular profundo localizado dentro dos limites do empreendimento, com profundidade de 52 metros, de onde são utilizados em torno de 66 m³/dia. O aquífero em questão trata-se do Itapecuru (IBGE, 1997).

O monitoramento da água foi realizado durante o período de 7 meses, com coletas bimensais contemplando o período seco (setembro, novembro) e período chuvoso (janeiro e março).

Água utilizada no abatedouro foi coletada diretamente da fonte de abastecimento (poço tubular profundo), para a análise dos parâmetros temperatura, potencial hidrogeniônico, turbidez, alcalinidade total, nitrogênio amoniacal, cloretos, nitrito, nitrato, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.

As coletas e análises foram realizadas por laboratório particular contratado. A coleta das amostras foi realizada em duplicata e as análises foram realizadas em triplicata. As amostras foram coletadas, preservadas, acondicionadas e analisadas de acordo com procedimentos internos do laboratório contratado, baseados no método 1060 do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005), conforme Tabela 1.

PARÂMETROS	UNIDADE	MÉTODO	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO
Temperatura	°C	SM-2550 B	--
pH	-	SM-4500 H ₊ B	1-13
Turbidez	uT	SM-2130	0,1
Alcalinidade total	mg/L	SM-2320 B	--
Cloretos	mg/L	SM-4110 B	1,0
Nitrogênio total	mg/L	SM-4500 N C	0,1
N amoniacal	mg/L	SM-4500-NH ₃ B,D	--
Nitrito	mg/L	SM-4110 B	0,05
Nitrato	mg/L	SM-4110 B	0,02
Fósforo total	mg/L	SM-4500 P/B, E	0,001
DQO	mg/L	SM-5220 D	17
DBO ₅	mg/L	SM-5210 B	1,0
SST	mg/L	SM-2540 D	9,2
Mat. sedimentáveis	mL/L/h	SM-2540 F	0,1
Óleos e graxas	mg/L	SM-5520 B	4
Coliformes totais	NMP/100 mL	SM-9222 B	1
C. termotolerantes	NMP/100 mL	SM-9222 D	1
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL	SM-9222 D	1

Tabela 1– Metodologias analíticas e respectivos limites de quantificação dos diferentes parâmetros determinados neste trabalho.

Os resultados das análises foram comparados aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde – MS, bem como aos valores máximos permitidos – VMP para consumo humano, definidos pela Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008. Os dados foram avaliados a partir de técnicas básicas de análise exploratória e apresentados na forma de gráficos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos parâmetros analisados, com destaque para aqueles que apresentaram discordância dos padrões estabelecidos pela Portaria MS nº 2.914/2011 e pela Resolução Conama nº 396/2008.

PARÂMETROS	UNIDADE	PORTARIA MS nº 2.914/2011	RESOLUÇÃO CONAMA nº 396/2008	MÊS			
				SET	NOV	JAN	MAR
Temperatura ° C	°C	-	-	25.2	26.0	25.7	22.4
Nitrogênio amoniacal	mg/L	1.5	-	0.2	0.2	0.0	0.0
Cloretos	mg/L	250	250	15.7	9.8	35.2	28.3
pH	-	6,0 - 9,5	-	6.7	4.9	6.5	5.2
Turbidez	uT	Até 5	-	1.0	1.3	2.7	2.4
Nitrato	mg/L N	10	10	2.5	2.8	4.4	4.8

Nitrito	mg/L N	1	1	0.0	0.05	0.0	0.0
Alcalinidade total	mg/L	-	-	6.0	5.0	10.0	5.0
DBO	mg/L	-	-	1.2	1.3	1.1	1.1
Coliformes totais	N. C. MF/100 mL	ausência	-	0.0	2.0	1.0	0
Coliformes termotolerantes	N. C. MF/100 mL	ausência	ausência	0.0	1.0	0.0	0
E. coli	N. C. MF/100 mL	ausência	ausência	0.0	1.0	0.0	0

Tabela 2 – Resultados obtidos durante monitoramento da qualidade da água subterrânea do abatedouro.

As médias da temperatura da água apresentaram pequena variação entre os meses de monitoramento, exceto no mês de março, quando teve o menor valor. A amplitude correspondeu a 3,6°C, com variação de 22,4°C no mês de março a 26°C em novembro, apresentando padrão esperado para o local de estudo, pois, de acordo com Franca et al. (2006), conforme a profundidade do aquífero, a temperatura é pouco superior à da superfície. Krieger (2000) explica que as águas subterrâneas respondem à média anual das temperaturas atmosféricas do local e que podem aumentar de acordo com a profundidade (1°C a cada 33 m, em média).

As temperaturas encontradas também podem estar associadas aos horários em que foram realizadas as coletas. As amostras foram coletadas entre 9 e 11 horas da manhã, quando as temperaturas tendem a se elevar um pouco mais, devido à radiação solar. Devem-se acrescentar ainda informações sobre a localização do poço, situado próximo ao asfalto, e com possibilidades de absorver maior calor.

Observou-se para o pH uma variação de 4,9 a 6,7, indicando pH da água levemente ácido. Destaca-se que, considerando-se a Portaria do Ministério da Saúde, as coletas realizadas nos meses de novembro e março mostraram-se mais ácidas, com média de valores de pH próximos de 5, ou seja, abaixo dos limites recomendados pelo Ministério da Saúde para águas de consumo humano (Figura 2).

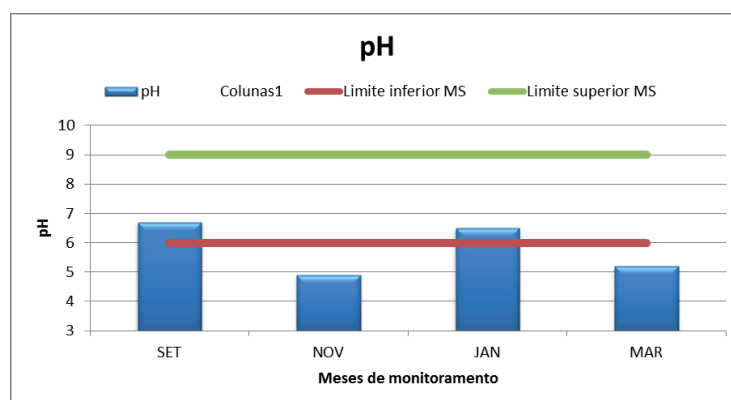


Figura 2- Valores de pH da água de consumo do abatedouro de bovinos.

Segundo Lima e Kobayashi (1988) a presença de CO₂ e ácidos húmicos livres em solução, além do perfil geológico da área, pode contribuir para acidez das águas subterrâneas. Para Esteves (1998), devido à grande quantidade de fatores que podem influenciar a mudança de pH, essa variável torna-se difícil de ser interpretada, mas, mesmo assim, pode ser considerada uma das variáveis mais importantes na determinação da qualidade das águas.

Antunes et al. (2004), investigando a qualidade da água destinada ao consumo humano proveniente de poços e nascentes, também encontraram valores de pH fora dos padrões recomendados pela legislação. Silva (2009), analisado o pH de água de poço destinada ao consumo humano, encontrou resultados em acordo com os parâmetros exigidos pelo Ministério da Saúde, porém, bem superiores aos encontrados na presente pesquisa, em torno de 7,6 e 8,5, respectivamente.

Nos meses amostrados, as médias do parâmetro turbidez variaram de 1 uT em setembro a 2,7 uT em janeiro. O valor mínimo foi de 0 e máximo de 3,1. Quando confrontados com a Portaria do MS, observa-se que os valores encontrados estão em conformidade com os padrões estabelecidos.

Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Silva (2009) que pesquisando a qualidade da água de poços artesianos destinados ao consumo humano detectou o parâmetro turbidez em conformidade com os limites permitidos pela legislação vigente.

As médias mensuradas para alcalinidade total variaram de 6 a 5 mg/L em setembro e novembro, respectivamente, atingindo 10 mg/L em janeiro e caindo novamente para 5 mg/L em março. O valor mínimo registrado foi de 3mg/L e o máximo de 12 mg/L, sendo os valores mais elevados aqueles obtidos no mês de janeiro em relação aos demais meses de monitoramento.

O MS não estabelece valores máximos ou mínimos para alcalinidade total, no entanto, considerando a média proposta por Krieger (2000) que é de 50 a 350 mg/L, vê-se que estão baixos os valores de alcalinidade total, corroborando com o padrão relativamente ácido encontrado nesta pesquisa. Segundo Franca et al. (2006) a alcalinidade das águas subterrâneas, geralmente, situa-se entre 100 e 300 mg/L e somente em casos excepcionais pode atingir 1000 mg/L.

Pesquisando águas de poços destinadas ao consumo humano, Marion et al. (2007) encontraram variação de alcalinidade total entre 134 e 209 mg/L, com média de 189,45 mg/L; Bezerra et al. (2012) encontraram variação de 30,68 a 97,58mg/L. Verifica-se, portanto, que os valores da literatura foram bem mais elevados que os aqui encontrados, estando, inclusive, em sua maioria, dentro dos padrões propostos por Krieger (2000). Contudo, ressalta-se que a alcalinidade não apresenta importância sanitária para água potável (KRIEGER, 2000).

Embora a DBO não seja um parâmetro definido na Portaria do Ministério da Saúde e Resolução do Conama, achou-se relevante incluí-lo no monitoramento, especialmente em função da proximidade do poço tubular do empreendimento aos

currais (Figura 1), e também por possuir pouca profundidade, estando assim, mais suscetível à contaminação oriunda da superfície do solo. A DBO contribui para um maior conhecimento da qualidade da água, ressaltando-se ainda que sua elevada concentração pode produzir sabores e odores desagradáveis.

A média dos valores de DBO encontrados variaram de 1,1 a 1,3 mg/L nos meses monitorados. O valor mínimo foi de 1mg/L e o máximo de 1,4 mg/L, demonstrando pouca variação.

Santos et al. (2011), analisando a qualidade das águas subterrâneas em Pernambuco, encontraram valores de DBO que variaram de 0 a 1,86 mg/L. De acordo com Feitosa & Filho (2000) valores de DBO superiores a 1 mg/L indicam contaminação da água subterrânea. Considerando-se este comparativo, todas as amostras da presente pesquisa giraram em torno desse valor, indicando qualidade satisfatória.

As médias para os cloretos variaram de 9,8 a 35,2mg/L. O valor mínimo foi de 7,2 mg/L e o máximo de 46 mg/L. A variação maior ocorreu no mês de janeiro, porém, todos os valores obtidos apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde e pela Resolução do Conama. Resultados dentro desta amplitude foram encontrados por Moura et al. (2009) e Bezerra et al. (2012) que em monitoramentos semelhantes encontraram conformidade aos limites preconizados.

Os valores médios de nitrato variaram de 2,5 mg/L em setembro a 4,8 mg/L em março. O menor valor foi de 1,7 mg/L e o maior de 5,7 mg/L, correspondendo a um leve aumento nas médias, porém, sem variações significativas. Alaburda & Nishihara (1998) consideram que concentrações superiores a 3 mg/L em amostras de água são indicativos de contaminação por atividades antropogênicas. Nesta pesquisa, apenas as duas últimas amostragens (janeiro e março) enquadram-se nesta situação. Com relação à Resolução do Conama e à Portaria do MS, todos os resultados estavam abaixo dos limites estabelecidos, que é de 10 mg/L em ambas as legislações (Figura 3).

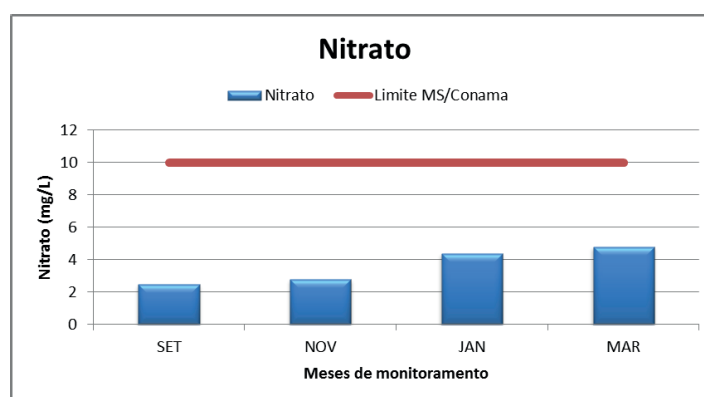


Figura 3- Valores de Nitrato da água de consumo do abatedouro de bovinos.

Os resultados para o nitrato, em conformidade com as legislações vigentes, foram discordantes dos resultados de Bezerra et al. (2012), que analisando as águas subterrâneas provenientes de 9 poços destinadas ao abastecimento da cidade de Juazeiro do Norte - CE encontraram um dos poços com concentração de nitrato acima do máximo permitido.

Com relação ao nitrito, os resultados do monitoramento realizado não ultrapassaram o valor de 0,05 mg/L, mostrando uniformidade entre os meses pesquisados e conformidade com o limite preconizado pela Portaria do MS e Resolução do Conama, que é de 1 mg/L.

Esses resultados diferiram de Alaburda & Nishihara (1998), que ao investigarem a ocorrência de compostos nitrogenados em aquíferos subterrâneos utilizados como fonte de abastecimento, verificaram que das 607 amostras analisadas, 3,6% (n=22), estavam acima dos limites permitidos pela legislação. Em contrapartida, Silva & Araújo (2003), analisando a potabilidade do manancial subterrâneo de áreas urbanas de Feira de Santana – BA, encontraram resultados semelhantes aos da presente pesquisa, ao constatarem que 100% das amostras atendeu ao recomendado pela legislação vigente para o parâmetro nitrito.

As análises referentes aos valores de nitrogênio amoniacal, ao longo dos meses de monitoramento, não ultrapassaram o valor médio de 0,23 mg/L, obtido no mês de setembro. O valor mínimo foi 0 e o máximo 0,31 mg/L, bem abaixo do limite estabelecido pelo MS, que é 1,5 mg/L.

Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Rigobelo et al. (2009) ao pesquisarem a água de propriedades rurais da região de Dracena–SP e detectarem a concentração de 0,006 mg/L; ao contrário de Cabral (2007), que detectou a presença de teores elevados de nitrogênio amoniacal, variando de 0,01 a 10,6 mg/L, ao analisarem a potabilidade das águas do aquífero Barreiras, em Belém-PA.

Quanto ao resultado das análises microbiológicas, nos meses de novembro e janeiro as amostras detectaram presença de coliformes totais, portanto, fora do padrão preconizado tanto pelo MS como pelo Conama. Coliformes termotolerantes e *E. coli*, estavam presentes no mês de novembro, apresentando-se fora do padrão recomendado pelas legislações. Os maiores valores registrados para coliformes totais, termotolerantes e *E. coli* foram 3, 1 e 2 NMP/100 mL, respectivamente; o menor valor registrado foi 0 para os três parâmetros.

Nóbrega e Calil (2011), investigando a qualidade da água nas indústrias de alimentos encontraram de um total de 2.883 laudos analisados, 11,05% de não conformidades para o parâmetro Coliformes Totais. Freitas et al. (2001), analisando a potabilidade da água e sua importância para a saúde pública no Rio de Janeiro, observaram 99,3% das amostras coletadas ao longo de determinado período, no mesmo poço, com valores de Coliformes Termotolerantes insatisfatórios.

Saraiva (2006), ao avaliar as condições higiênico-sanitárias da água utilizada em abatedouros de São Luís-MA, encontrou Coliformes Totais em mais de 90% das

amostras analisadas e Coliformes Termotolerantes em mais de 50%, porém, não foi detectada a presença de *E. coli* nas amostras. Silva & Araújo (2003) encontraram Coliformes Totais em cerca de 90% das amostras e Coliformes Termotolerantes em 65%. Por outro lado, Rigobelo et al. (2009) e Moura et al. (2009) obtiveram ausência para Coliformes Totais e Termotolerantes em todas as amostras analisadas provenientes de poços destinados ao abastecimento humano.

A *Escherichia coli* caracteriza-se por sua presença na microbiota intestinal de humanos e de animais, além de ser comum em ambientes contaminados por material fecal humano e animal e em produtos alimentícios derivados de animais (KÜHN et al., 2003), bem como está relacionada com contaminação fecal, no caso das águas. Bouvet et al. (2001), ao descreverem a presença de cepas de *Escherichia coli* produtoras de verotoxina (ECVT) em amostras de água de abastecimento, colhidas em abatedouros na França, ressaltaram a relevância das águas de abastecimento como fontes potenciais de contaminação em abatedouros.

Aspecto importante a ser ressaltado, que pode ter relação com a presença de coliformes termotolerantes na água, é a proximidade do poço tubular aos currais, em desacordo com as recomendações da ANA e FUNASA (BRASIL, 2002; 2004), que dizem que poços devem estar localizados a, no mínimo, 45 m desses locais.

4 | CONCLUSÕES

No que diz respeito à Resolução Conama nº 396/2008, os parâmetros comparados foram cloreto, nitrato, nitrito, coliformes termotolerantes e *E. coli*. Cloreto, nitrato e nitrito apresentaram conformidade com esta resolução, porém, coliformes termotolerantes e *E. coli* foram discordantes no mês de novembro.

Com relação à Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, a variável pH em novembro e março; coliformes totais, coliformes termotolerantes e *E. coli* no mês de novembro e coliformes totais em janeiro, estavam em desacordo com os limites estabelecidos por esta legislação.

Apesar de ter sido verificada a presença de coliformes totais, termotolerantes e *E. coli* durante o monitoramento, a água utilizada no abatedouro pode ser considerada satisfatória, uma vez que os principais indicadores, coliformes termotolerantes e *E. coli*, foram diagnosticados em apenas uma das amostras.

Por outro lado, sugere-se que sejam adotadas algumas medidas preventivas, como: implementação do tratamento simplificado da água utilizada no processo produtivo do abatedouro, estabelecimento de cronograma de limpeza periódica dos reservatórios de armazenamento, bem como a construção de um sistema de drenagem nos currais, com canalização e tratamento adequado das águas pluviais e efluentes oriundos de sua lavagem, pois, considerando a proximidade do poço, essa medida pode evitar contaminações futuras da água utilizada no abate.

REFERÊNCIAS

- ALABURDA, J. & NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. 160-165, 1998.
- AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, 2003, v. 37, n. 4, p. 510-514.
- ANTUNES, A. C.; CASTRO, M. C. F. M.; GUARDA, V. L. M. Influência da qualidade da água destinada ao consumo humano no estado nutricional de crianças com idades entre 3 e 6 anos, no município de Ouro Preto-MG. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 3, p. 221-226, 2004.
- APHA.AWWA.WPCF. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. Washington, 2005.
- BEZERRA, C. O.; SOUZA, I. L. T. A.; ALMEIDA, J. R. F. Monitoramento da qualidade físico-química das águas subterrâneas provenientes de poços localizados próximos ao riacho dos macacos em Juazeiro do Norte-Ceará. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Anais...** Palmas: IFTO, 2012.
- BOUVET, J.; BAVAI, C.; ROSSEL, R.; LE ROUX, A.; MONTET, M. P.; RAY-GUENIOT, S.; MAZUY, C.; ARQUILLIÈRE, C.; VERNZOZY-ROZAND, C. Prevalence of verotoxin-producing Escherichia coli and E. coli O157:H7 in pig carcasses from three French slaughterhouses. **International Journal of Food Microbiology**, v. 71, n. 2-3, p. 249-255, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília: ASCOM/PRESI/FUNASA/MS, 2004, 408 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. Superintendência de Informações Hidrológicas - SIH. Águas Subterrâneas. Brasília, DF, 2002, 85 p.
- CABRAL, N. M. T. Teores de nitrato (NO₃⁻) e amônio (NH₄⁺) nas águas do aquífero Barreiras nos bairros do Reduto, Nazaré e Umarizal - Belém/PA. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 1804-1808, 2007.
- DI BERNARDO, L. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 1993.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência / FINEP, 1988. 575 p.
- FEITOSA, F. A. C. & FILHO, M. J. **Hidrologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM-LABHIDUFPE, 2000. 391 p.
- FRANCA, R. M.; FRISCHKORN, H.; SANTOS, M. R. P.; MENDONÇA, L. A. R. & BESERRA, M. C. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte, Ceará. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 11, p. 92-102, 2006.
- FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.
- HELBEL, A. NUNES, F.; M. L. A.; MARCHETTO, M. Água subterrânea: estudo de caso em Ji-Paraná, RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15., 2008, Natal. Anais... Natal: ABAS, 2008.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, IBGE, 1997.
- KRIEGER, E. I. F. **Avaliação da Contaminação das Águas Subterrâneas na Área de Influência**

da Usina de tratamento de Resíduos S/A – UTRESA, em Estância Velha (RS). 2000. 174 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

KÜHN, I.; et al. Comparison of enterococcal populations in animals, humans, and the environmental – a European study. **International Journal of Food Microbiology**, v. 88, n. 2-3, p. 133-145, 2003.

LIMA, W. N.; KOBAYASHI, C. N. Sobre o quimismo predominante nas águas do sistema fluviestuário de Barcarena, PA. **Geochimica Brasiliensis**, v. 2, n. 1, p. 53 - 71. 1988.

MARION, F. A.; CAPOANE, V.; SILVA, J. L. S. Avaliação da qualidade da água subterrânea em poço no campus da UFSM, Santa Maria – RS. **Ciência e Natura**, v. 29, n. 1, p. 97-109, 2007.

MOURA, M. H. G.; BUENO, R. M.; MILANI, I. C.; COLLARES, G. L. Análise das águas dos poços artesanais do campus CAVG-UFPEL. In: MOSTRA DE TRABALHOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, 2., 2009, Pelotas. **Livro de Resumos...** Pelotas: IFSul, 2009. 58 f.

NÓBREGA, E. L.; CALIL, R. M. Qualidade das águas nas indústrias de alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 45, n. 194/195, p. 1225-26, 2011.

RIGOBELLO, E. C.; MINGATTO, F. H.; TAKAHASHI, L. S.; ÁVILA, F. A. Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da região de Dracena. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 219-224, 2009.

SANTOS, A. F. D.; RODRIGUES, A. C. L.; MEDEIROS, C. M.; AMORIM, H. R. F. Análise qualitativa de águas superficiais e subterrâneas em parte da porção sedimentar da região do baixo curso do rio Paraíba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 29., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL, 2011.

SARAIVA, L. Q. **Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água utilizada em abatedouros de bovinos e suínos.** 2006. 57 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.

SILVA, A. L. **Qualidade da água do poço artesiano na região do Arroio Dourado em Foz do Iguaçu –PR.** 2009. 77 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - União Dinâmica das Faculdades Cataratas, Foz do Iguaçu, 2009.

SILVA, R. C. A.; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

SOBRE O ORGANIZADOR

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de água 10, 25, 43, 61, 76, 164, 183, 184, 191, 195, 197, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 216

Abatedouro 162, 163, 164, 166, 168, 170

Água 1, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 104, 106, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 126, 127, 128, 132, 133, 136, 139, 141, 142, 146, 151, 152, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 241, 245, 248, 250, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274

Água de reuso 22, 24

Águas cinzas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 50

Águas subterrâneas 96, 98, 100, 103, 104, 105, 106, 150, 151, 160, 161, 162, 166, 167, 168, 169, 171, 175, 182, 183, 184, 186, 187, 189, 195, 196, 197, 198, 202, 205, 206, 213, 218, 226, 227

Água subterrânea 92, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 152, 156, 157, 160, 162, 163, 166, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 194, 195, 197, 198, 200, 201, 204, 214, 217, 218, 219, 221, 222, 226, 227

Alunos 34, 35, 38, 55, 56

Aquífero misto 96, 97, 100, 103, 104, 105

B

Bacia do salgado 127, 137

Bacia hidrográfica 77, 78, 79, 81, 83, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 101, 102, 107, 108, 120, 121, 122, 126, 128, 131, 132, 137, 138, 184, 190, 205, 253, 254, 257, 258, 259, 260, 261, 267, 268, 271, 272, 273, 274

Bacia sedimentar do Araripe 127

Biorreatores com membrana submersa 24

C

Conscientização 31, 39, 43, 47, 48

Contaminação 20, 72, 86, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 161, 168, 170, 171, 183, 197, 198, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 213, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 238, 239, 256, 262, 270, 274

Critérios de potabilidade 197, 215

Cromo trivalente 173, 179, 180

D

Demanda de água 39, 49, 184, 211

Descontinuidade urbana 77, 79, 88

Desempenho 8, 47, 61

Desperdício 15, 18, 22, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 48

Diagnóstico 82, 88, 118, 205, 207, 209, 214, 215, 216, 227, 229, 230, 231, 233, 234, 241, 253, 254

E

Eletrorresistividade 89, 93, 154, 228

G

Geoprocessamento 98, 100, 105, 120, 125, 126, 182, 184, 186, 187, 196, 243, 245

Gestão sustentável 39, 47, 48, 233

H

Hidráulica 50, 59, 61, 67, 91, 104, 176, 189, 220, 232, 233, 234, 235, 236

Hidrogeologia 89, 90, 97, 182, 196, 205, 206

Hidrologia 2, 23, 88, 90, 119, 120, 126, 138, 141

I

Inundações 3, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 119, 128, 134, 231, 232, 234, 235, 236, 238, 241

L

Lineações 96, 97, 101, 102, 103, 104, 105

Lixiviação 140, 144, 173, 175, 200, 219, 268

M

MBR 24, 25, 28, 30, 31, 32

Medição de vazão 51, 53, 55, 59

Monitoramento 5, 39, 51, 53, 56, 83, 84, 121, 122, 160, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 176, 179, 183, 199, 205, 217, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 239, 261, 262, 273, 274

N

Necrochorume 157, 217, 218, 219, 221, 225, 226, 227, 228

Neotectônica 96, 97, 98, 100, 101, 103, 105

Níquel 173, 175, 176, 177, 179, 180, 181

P

Precipitações médias 2, 6

Q

Qualidade da água 15, 16, 20, 32, 69, 70, 75, 76, 77, 82, 160, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 224, 255, 257, 258, 262, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274

Qualidade da água subterrânea 166, 172, 217, 218

R

Residências unifamiliares 17, 18, 19, 21, 22

Reuso 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 50

Reuso de águas cinzas 17, 18, 19, 21, 22, 23, 50

Reutilização 19, 34, 42

S

SIG 98, 120, 121, 130, 137, 259, 260

Sistema aquífero bauru 89, 90

Sistema de informação geográfica 98, 127, 130

Solo 3, 52, 69, 71, 75, 83, 85, 99, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 125, 127, 128, 132, 133, 135, 136, 137, 141, 150, 151, 152, 156, 157, 158, 160, 168, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 197, 198, 201, 204, 205, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 227, 231, 232, 233, 236, 237, 238, 241, 248, 252, 255, 257, 258, 260, 262, 263, 267, 268, 270, 271, 273

T

Telhados verdes 1, 2, 3, 6, 7, 8

Tratamento de efluentes 51, 52, 53, 54, 59

Tubulações 61, 62, 64, 66, 73, 201, 210

U

Urbanização 2, 52, 77, 78, 87, 88, 107, 233, 234, 235, 236, 256, 271

Uso da terra 107, 110, 118, 119, 196, 261, 273

Uso racional 9, 10, 11, 16, 17, 26, 34, 40, 43, 50, 183

Usos múltiplos 18, 162, 257, 270, 271

Usuários 20, 35, 39, 41, 47, 48, 49, 70, 89, 92, 162, 207, 208, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 257

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-667-6

