

**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: Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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	
<p>Marcelo Coelho Lanza Maria da Glória Braz</p>	
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	
<p>Angelis Carvalho Menezes Michelli Ferreira de Oliveira Luciana Coêlho Mendonça</p>	
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	
<p>Abraão Martins do Nascimento Keila Giordany Sousa Santana Paulo Eduardo Silva Martins Nayara Bezerra Carvalho</p>	
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	
<p>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</p>	
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	
<p>Geisa Dias Gaio Pedro José de Oliveira Machado</p>	
DOI 10.22533/at.ed.67619270910	
CAPÍTULO 11	89
CONTRIBUIÇÃO DA GEOFÍSICA PARA A HIDROGEOLOGIA DA APA GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS	
<p>Giancarlo Lastoria</p>	

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

INFLUÊNCIA DE CEMITÉRIO EM PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Fernando Ernesto Ucker

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola
de Engenharia
Goiânia – Goiás

Maria Clara Veloso Soares Rosa

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola
de Engenharia
Goiânia – Goiás

RESUMO: O sepultamento de corpos humanos em locais sem tratamento e infraestrutura adequada pode impactar o solo e o lençol freático através da infiltração e percolação do necrochorume, visto que estando o lençol freático em contato com a pluma de contaminação ocorre a solubilização dos íons presentes no necrochorume o que favorece o enriquecimento de sais, alterando assim a qualidade da água subterrânea. Por este motivo, o objetivo deste estudo foi avaliar o nível do lençol freático na condutividade elétrica e no pH sob influência de um cemitério na região metropolitana de Goiânia (GO). Portanto, foram construídos cinco poços de monitoramento, dos quais levou-se em consideração a declividade do terreno. Após isto realizou-se a coleta da água subterrânea com tubos *bailers*, bem como o monitoramento do lençol freático entre os meses de março a agosto de 2018, realizou-se em laboratório a análise dos parâmetros de condutividade

elétrica e pH das amostras de água dos poços de monitoramento, conseguinte os dados foram inseridos no programa Excel para confecção dos gráficos. Os resultados obtidos demonstraram que o nível do lençol freático influencia na condutividade elétrica e pH devido as variações da condutividade elétrica e acidificação do pH, sendo assim um indicativo da contaminação da água subterrânea por necrochorume.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água subterrânea; Necrochorume; Contaminação; Monitoramento.

INFLUENCE OF CEMETERY IN CHEMICAL PARAMETERS OF UNDERGROUND WATER

ABSTRACT: Burial of human bodies in places without treatment and adequate infrastructure may impact the soil and sheet water table through infiltration and percolation of the necrochorume, inasmuch as the water table being in contact with the plume of contamination occurs the solubilization of the ions present in necrochorume the which favors the enrichment of salts, thus altering the quality of underground water. For this reason, the objective of this study was to evaluate the level in the ground sheet water table in the electrical conductivity and in the pH under influence of a graveyard in the metropolitan region of Goiânia (GO). Therefore, were built, five monitoring wells were constructed, of which took in consideration the

declivity of the terrain. This after, there was the collection of underground water with tubes *bailers* as well as monitoring in the sheet water table between the months March and August 2018, the analysis of the parameters of electrical conductivity and groundwater pH of samples of the water of monitoring wells, therefore the data were inserted in the program Excel (2013) for confection of the graphics. The results obtained demonstrate that the level in the ground sheet water table is influenced at electrical conductivity and pH due to variations of electrical conductivity and acidification from the pH, being like this one indicative of the contamination of underground water by necrochorume.

KEYWORDS: Underground water quality; Necrochorume; Contamination; Monitoring.

1 | INTRODUÇÃO

A interação homem e natureza têm sido modificada ao longo do tempo, interferindo no consumo dos recursos naturais. Desta maneira, as diversas atividades exercidas pelo homem ocasionam perdas na biodiversidade e, conseqüentemente, afetam os recursos hídricos, uma vez que, as pessoas utilizam água superficial ou subterrânea para sua sobrevivência.

Para Löbler, Borda e Da Silva (2015) o crescimento populacional e as atividades exercidas pelo homem, tais como agricultura e indústria, afetaram a qualidade da água em nível global. Por isso, faz-se necessário à proteção das águas subterrâneas contra agentes externos que podem alterar suas propriedades físicas, químicas, biológicas. A Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (2018) considera água subterrânea toda aquela que ocorre abaixo da superfície da Terra, que ocupa os poros vazios das rochas sedimentares ou das rochas compactas, e que desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos.

A qualidade da água subterrânea vem sendo comprometida em decorrência da expansão das cidades e do descarte incorreto de resíduos. Assim, inúmeros impactos podem surgir nas águas subterrâneas em virtude das atividades antrópicas. Podem ser considerados fontes de contaminação das águas subterrâneas, a disposição incorreta de resíduos sólidos, o lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais no solo ou na água, atividades agrícolas e os cemitérios (DA SILVA et al., 2014).

Um dos resíduos líquidos é gerado a partir da atividade cemiterial, o chamado necrochorume. Necrochorume é um líquido viscoso, composto principalmente por água, sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis. Este líquido possui coloração castanho-acinzentada, odor forte e ainda variável teor de patogenicidade, apresentando assim risco à saúde pública e ao meio ambiente (ZANATO, 2016).

As atividades cemiteriais datam desde a idade média onde os corpos eram enterrados próximos às igrejas (THOMPSON, 2015). Contudo, por questões sanitárias e também de saúde pública passou-se a enterrar longe dos centros urbanos, pois

durante o processo de decomposição dos corpos o necrochorume causava liberação de odores (AVILA, 2016). Uma vez que em contato com o necrochorume devido à lixiviação, a água pode sofrer alteração em suas propriedades, tornando-a imprópria para a utilização em diversos fins.

De acordo com Kemerich *et al.* (2014) a problemática envolvendo os cemitérios agrava quando as necrópoles encontram-se em áreas propensas à contaminação, já que a maioria dos cemitérios brasileiros são localizados em locais inadequados e a população faz uso da água subterrânea por meio de poços rasos.

Como destacado por Zanato (2016) o necrochorume possui sais minerais em sua composição. Quando os sais minerais encontram-se dissolvidos em água formam os íons, e estes por sua vez tem a capacidade de conduzir corrente elétrica, o que determina a condutividade elétrica. No entanto, este parâmetro não diferencia os íons presentes, mas é um indício de possíveis fontes poluidoras. Löbler, Borda e Da Silva (2015) abordam que quanto maior o teor de sais maior será o valor de condutividade elétrica da água subterrânea, tornando-se este um indicativo de salinização ou dissociação de sais do solo em decorrência da liberação de elementos químicos.

Um condicionante que influencia a concentração de íons presentes na água é o nível do lençol freático, já que em níveis elevados de precipitação ocorre a lixiviação da fonte poluidora, acarretando na solubilização dos íons, influenciado pelo gradiente de infiltração no solo. Desta maneira o nível do lençol freático influencia diretamente na condutividade elétrica da água subterrânea quando em contato com a pluma de contaminação do necrochorume, enquanto que o pH apresenta valores baixos devido a maior quantidade de íons de hidrogênio presente na água. Com base no exposto acima o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de um cemitério da região metropolitana de Goiânia (GO) na condutividade elétrica e do pH da água subterrânea.

2 | METODOLOGIA

O estudo foi realizado em um cemitério municipal da região metropolitana de Goiânia, capital do Estado de Goiás (GO). Este cemitério teve suas atividades iniciadas no ano de 1996, e o mesmo encontra localizado na área urbana e possui uma área de total de 97.608,76 m², onde 92.510,73 m² estão destinados para os sepultamentos, 152,98 m² para construção e 4.945,05 m² para estacionamento.

Neste local foi realizado estudo sobre a possível contaminação da água subterrânea do cemitério em pontos pré-definidos. Na seleção dos locais mais adequados para a perfuração dos poços levou-se em consideração à declividade encontrada no terreno, seguindo assim a mesma linha de escoamento para que obtivesse uma boa representatividade da área de influência do cemitério municipal estudado. Os pontos estão representados na Figura 1.

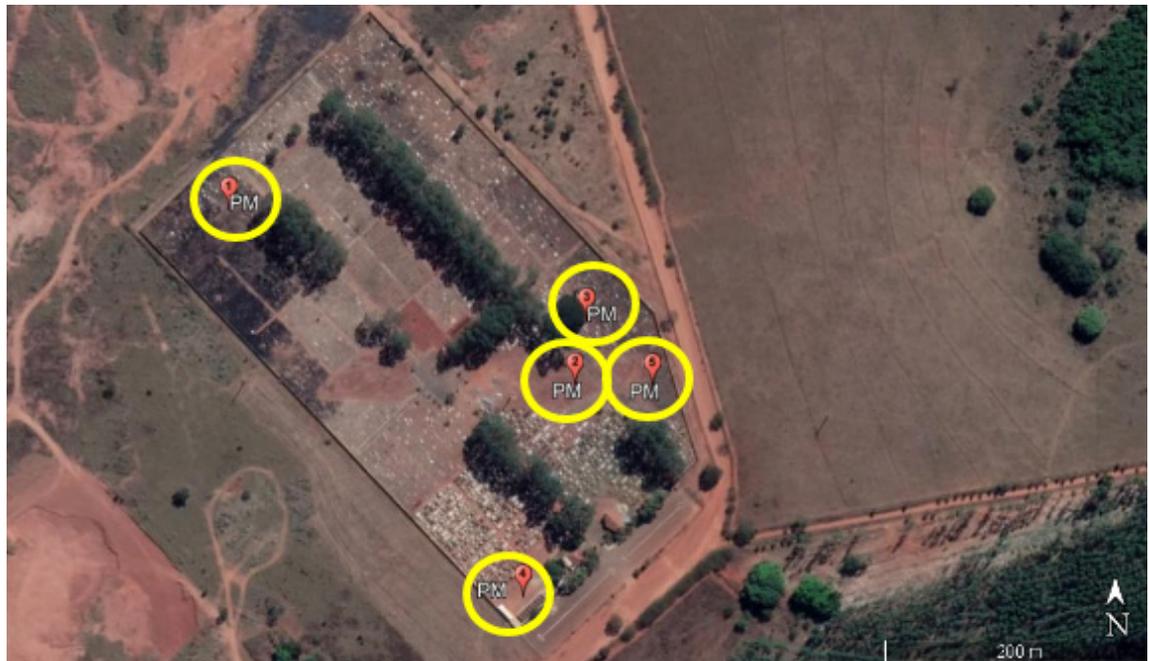


Figura 1 - Localização da distribuição dos poços de monitoramento de acordo com as coordenadas geográficas no cemitério municipal estudado.

Fonte: Google Earth, (2018).

Para a realização deste trabalho foram construídos cinco poços de monitoramento dentro da área do cemitério municipal, onde constam na Tabela 1 suas respectivas elevações. Na construção dos poços de monitoramento utilizou-se uma perfuratriz hidráulica de 75 mm, e dentro destes poços foram adicionados tubos de PVC com diâmetro de 50 mm, com ranhuras horizontais. A construção dos poços seguiu as normas descritas na NBR 15495-1 (ABNT, 2007). A extremidade superior do tubo foi fechada com tampa de vedação para se evitar eventual alteração na composição da água.

Poço de Monitoramento	Elevação (m)
PM1	753 m
PM2	752 m
PM3	750 m
PM4	755 m
PM5	749 m

Tabela 1 - Elevação dos poços de monitoramento do cemitério municipal em estudo. Adaptado de Google Earth (2018).

Após a construção dos poços de monitoramento, nestes foram avaliados o nível da água e também da condutividade elétrica e o pH. As medições foram realizadas durante os meses de março a agosto de 2018. À realização do ensaio da condutividade elétrica e pH foram realizadas no Laboratório de Efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto de Goiânia onde para determinação da condutividade elétrica utilizou-se o condutivímetro da marca Digimed, modelo DM-3P, já o pH foi determinado pelo

pHmetro da marca Digimed, modelo DM-22, ambos os equipamentos foram calibrados com material de referência certificado conforme manual do fabricante. Para realização do monitoramento do nível do lençol freático utilizou-se tubos PVC de 25 mm com comprimento variando entre 8 e 13 metros e com auxílio de uma trena mediu-se o nível de água em cada poço, conforme a Figura 2.

As amostras de água foram coletadas com auxílio de tubos *bailers*, conforme descrito por Soriano Junior e Reis (2005). Na extremidade de cada poço, com auxílio de um barbante, inseriu o tubo *bailer* para que pudesse entrar em contato com a água subterrâneas. Uma vez em contato com a água, devido à pressão hidrostática a válvula abre para coletar a amostra. As amostras coletadas nos cinco poços de monitoramento foram identificadas de acordo com os poços, acondicionadas em frasco de polietilenos de 500 mL e preservadas em caixas de isopor com gelo hermeticamente fechada.



Figura 2 - Monitoramento nível da água subterrânea (Região Metropolitana de Goiânia, GO, 2018).

Após obtenção dos dados das análises laboratoriais e de campo, estes foram inseridos em uma planilha do programa Excel (2013), para que fosse possível confeccionar os gráficos com a comportamento das variáveis durante o período de amostragem.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Resolução CONAMA nº 335 considera-se cemitério parque ou jardim aquele onde os jazigos são construídos abaixo da superfície, cobertos por gramíneas e identificados por meio uma placa de pequenas dimensões. (BRASIL, 2003). O cemitério estudado é do tipo jardim, o que para Pessotto e Alves (2018) traz desvantagem devido à maneira como os corpos são enterrados, principalmente por conta da falta preocupação com o necrochorume.

De acordo com informações da Central Municipal de Óbitos do cemitério estudado, os sepultamentos são feitos por inumação, que consiste na colocação do caixão em cova simples aberta no solo com profundidade entre 1,3 m a 1,5 m. Neste tipo de sepultamento, o caixão é depositado diretamente em contato com o solo e após um período de cinco anos os restos mortais são removidos e encaminhados para o ossuário, localizado dentro do cemitério, onde os ossos são separados, identificados e guardados em sacos azuis. E por tumulação, onde os enterros são feitos acima do nível do solo, em gavetas de alvenaria ou concreto, conhecido também como jazigo. Ambos os tipos de sepultamentos não possuem impermeabilização do solo e tratamento adequado dos resíduos líquidos, gasosos e sólidos, conforme a figura 3.



Figura 3 - Sepultamento por inumação (A); Sepultamento por tumulação (B) (Região Metropolitana de Goiânia, GO, 2018).

A Figura 4 demonstra as variações entre nível do lençol freático, pH e condutividade elétrica no poço de monitoramento 1 durante a realização do estudo, é possível verificar, que o nível de água apresentou variação devido as precipitações ocorridas ao longo do estudo. Percebe-se também que, durante o monitoramento, os valores de condutividade elétrica diminuíram possivelmente pelo rebaixamento do lençol freático ocorrido. No entanto, no mês de junho verificou-se um aumento da condutividade elétrica da água, o que para Sena et al. (2015) está relacionado à presença de partículas dissolvidas, tais como Cl^- e H^+ , o que pode ter sido influenciado pelo alto nível de água no mês de maio. O pH do poço de monitoramento 1 durante o período de análise apresentou acidez, o que de acordo Carvalho et al. (2015) pode ser um indicativo de contaminação da água subterrânea.

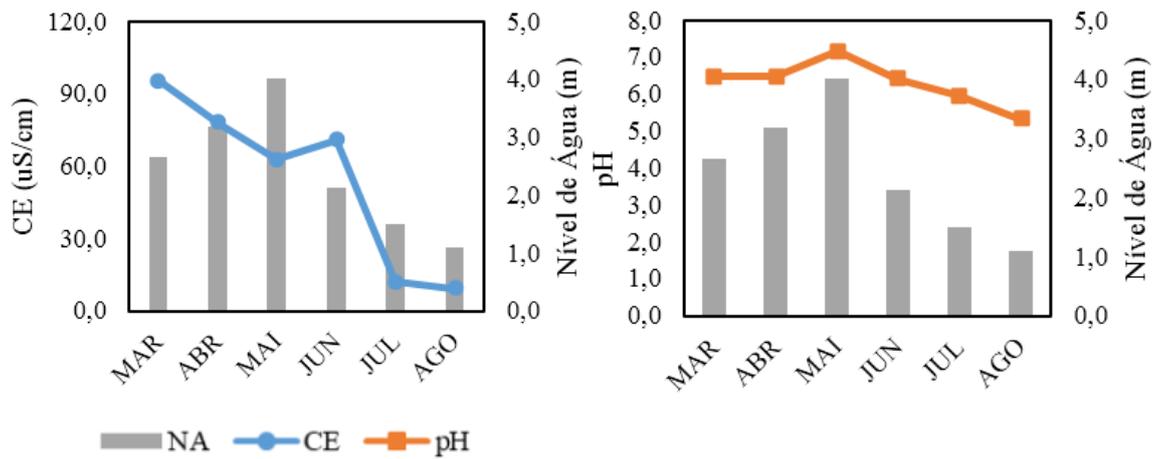


Figura 4 - Variações entre nível do lençol freático, pH e condutividade elétrica (CE) no poço de monitoramento 1.

No poço de monitoramento 2 (Figura 5) os valores de condutividade elétrica e pH oscilaram juntamente com o nível do lençol freático. Durante o mês de março, a condutividade elétrica teve o maior pico devido ao aumento do nível em virtude da precipitação ocorrida. É notório que o rebaixamento do lençol freático influenciou na concentração da condutividade elétrica e do pH do mês de abril, porém, nota-se que, assim como o poço de monitoramento 1, no mês de maio os parâmetros apresentaram comportamento atípico, em virtude da precipitação, o que favoreceu a solubilização dos sais, influenciando na condutividade elétrica e o aumento do pH devido à presença de íons H^+ . Freddo Filho (2018) destaca que o acréscimo da condutividade elétrica na água assim como de sódio e cloreto, podem estar relacionados a contaminação por efluentes domésticos.

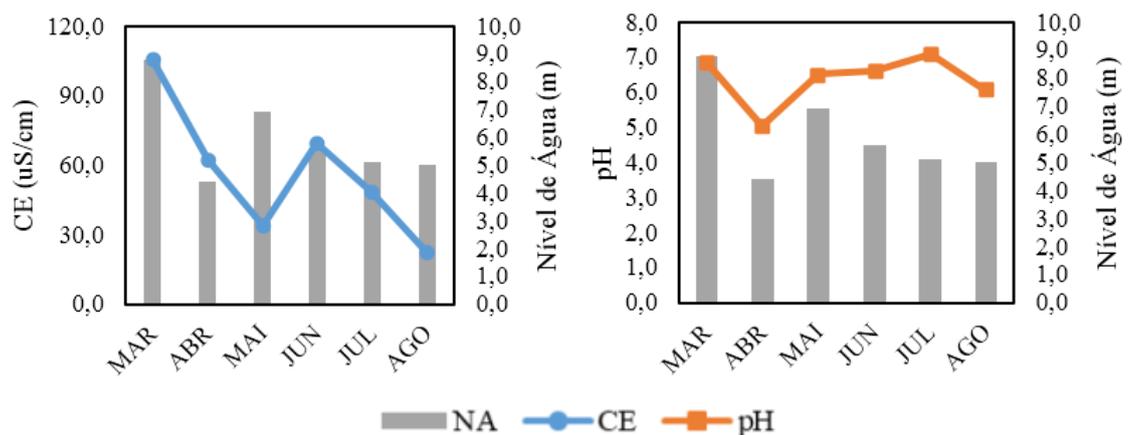


Figura 5 - Variações entre nível do lençol freático, pH e condutividade elétrica (CE) no poço de monitoramento 2.

Saraiva (2010) salienta que um corpo com 70 quilos inumado no solo libera cerca de 100 gramas de sódio e 95 gramas de cloreto, o equivalente a 0,14% por peso. No poço de monitoramento 2, os valores obtidos de pH apresentaram tendência ácida tanto na estação chuvosa quando na seca, o que para Freddo Filho (2018) pode ser

também uma influência da decomposição do solo que, ao dissociar, libera íons H^+ .

Analisando o poço de monitoramento 3 (Figura 6) percebe-se que o tipo de sepultamento está influenciando diretamente na qualidade da água, posto que nas proximidades do poço o sepultamento é realizado por inumação. Logo, devido a declividade do terreno, pode estar ocorrendo o escoamento da pluma de contaminação no sentido do poço de monitoramento, o que favorece o acréscimo da condutividade elétrica, principalmente pelo comportamento do mês de julho, uma vez que valores acima de 150 $\mu S/cm$, segundo Freddo Filho (2018), podem ser indícios de contaminação. Estudando também o cemitério municipal da cidade de Rio Claro, em São Paulo, Xavier *et al.* (2018) observaram uma acidificação na água dos poços de monitoramento localizados dentro do cemitério, o que pode ser verificado também no poço analisado neste estudo da região metropolitana de Goiânia (GO).

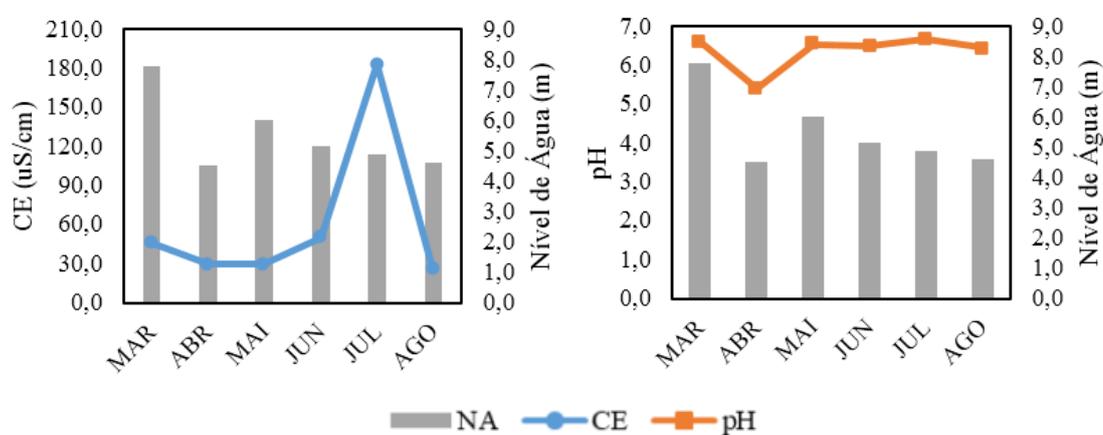


Figura 6 - Variações entre nível do lençol freático, pH e condutividade elétrica (CE) no poço de monitoramento 3.

O poço de monitoramento 4 (Figura 7) localiza-se na cota mais alta da área do cemitério, próximo ao ossuário. Em suas proximidades o sepultamento é tipo tumulação, entretanto vê-se que mesmo sepultando acima do solo os valores obtidos apresentaram oscilações. À medida que o nível do lençol freático aumentou, a condutividade elétrica decaiu. No entanto, nos meses de abril e junho o comportamento anômalo, aumento da condutividade elétrica, pode ter sido em virtude da saturação do solo nos meses que apresentaram aumento do nível do lençol, março e maio.

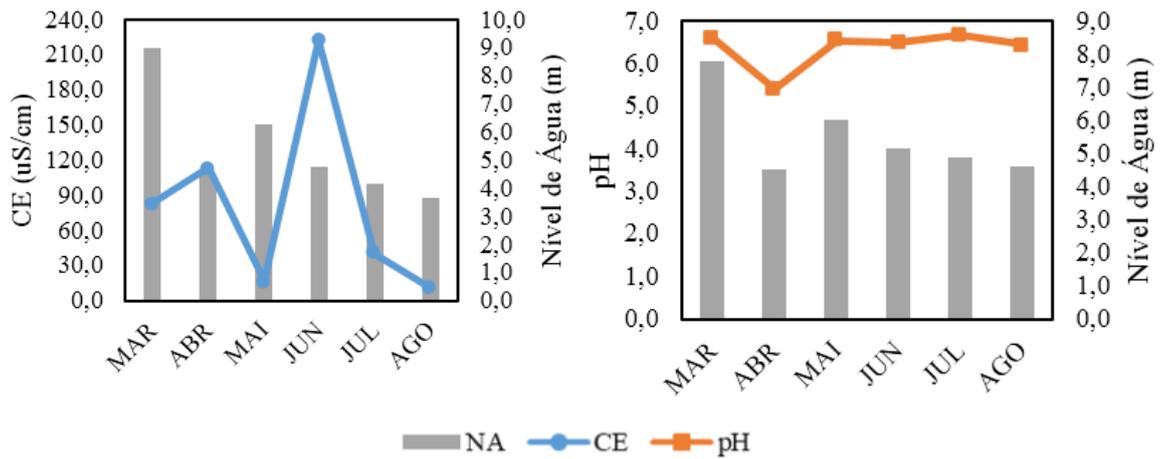


Figura 7 - Variações entre nível do lençol freático, pH e condutividade elétrica (CE) no poço de monitoramento 4.

Por estar na cota mais baixa da área do cemitério, o poço de monitoramento 5 (Figura 8) apresentou maiores níveis do lençol freático, assim como a condutividade elétrica. Como não há muitos sepultamentos na proximidade do poço de monitoramento, pode estar ocorrendo o escoamento do necrochorume para o sentido do poço de monitoramento, visto que nos meses com maior nível a condutividade elétrica da água aumentou, sendo um indício da contaminação por necrochorume. Saraiva (2010) destaca que em alguns estudos sobre cemitério, o aumento da condutividade elétrica da água ficou entre 50 e 500%, apontando assim a influência por necrochorume.

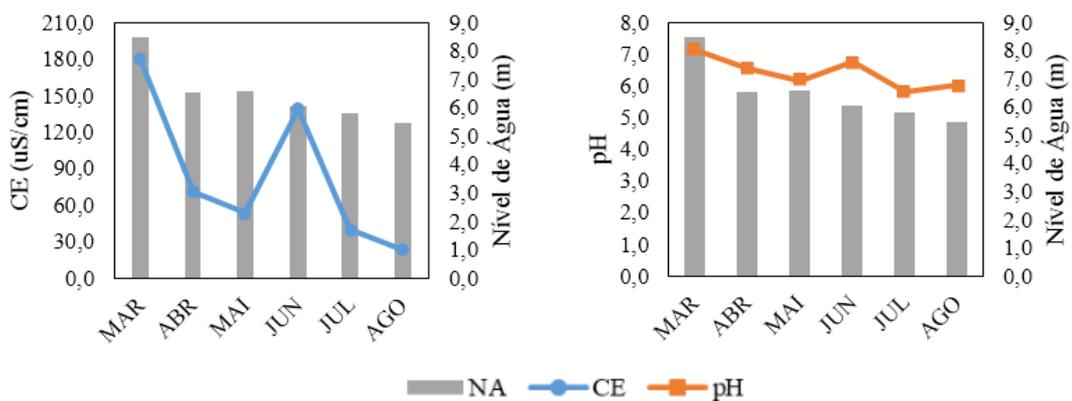


Figura 8 - Variações entre nível do lençol freático, pH e condutividade elétrica (CE) no poço de monitoramento 5.

Ao analisar o comportamento das variáveis ao longo do período de estudo, nota que a condutividade elétrica oscilou devido ao nível de água dos poços de monitoramento, percebeu-se também que o tipo de sepultamento possibilitou o acréscimo da condutividade elétrica assim como o nível favoreceu o decréscimo dos valores. Quanto ao nível Niero (2011) destaca que o monitoramento do lençol freático é necessário para entender a dinâmica do mesmo, porém leva-se anos de estudos. Já Betio e Dos Santos (2016) complementam que o monitoramento fornece o comportamento do lençol freático principalmente no período chuvoso devido,

a quantidade de recarga e infiltração. O monitoramento do lençol freático permitiu avaliar o comportamento nas estações chuvosas e secas do estudo, enquanto que o resultado da concentração hidrogeniônica (pH) apresentou faixa entre 5,0 e 7,2 sendo caracterizado como ácido.

4 | CONCLUSÃO

Após a verificação dos resultados anteriormente citados concluiu-se que as atividades cemiteriais impactam o lençol freático devido a percolação do necrochorume em locais sem tratamento adequado. Sendo assim, o monitoramento do lençol freático é importante a fim de compreender a dinâmica do mesmo, principalmente em locais que apresentam grande vulnerabilidade de contaminação.

Percebeu-se que o nível do lençol freático influencia na condutividade elétrica ora favorecendo o enriquecimento da água subterrânea com sais ora solubilizando os mesmos, além do que notou-se também que o aumento do nível do lençol freático possibilitou a acidificação da água. Com isto, ressalta-se que os resultados obtidos são indicativos da contaminação por necrochorume, visto que, o cemitério estudado não possui tratamento dos resíduos gerados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Águas Subterrâneas, o que são? São Paulo, mar. 2018. Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 10 mar. de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15495-1**: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares - Parte 1 Projeto e Construção. Rio de Janeiro, ABNT, 2007.

AVILA, E. R. de. **Estudo de caso das condições ambientais dos Cemitérios Bom Jesus e São Cristóvão em União da Vitória-PR: proposta de melhorias**. Dissertação (Mestrado) Universidade de Stuttgart; SENAI/PR.; Universidade Federal do Paraná; Setor de Engenharia Química, Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial. Curitiba: UFP, 2016.

BETIO, M. M.; DOS SANTOS, M. M. Monitoramento das oscilações do nível freático na área do antigo lixão de Rolândia-PR. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, XIX, 2016, São Paulo. **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. São Paulo: Revista **Águas Subterrâneas**, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA N° 335, de 3 de abril de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios Publicada no DOU no 101, de 28 de maio de 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA n° 368, de 28 de março de 2006**. Altera dispositivos da Resolução no 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Publicado no D.O.U. de 29 de março de 2006.

CABRAL, J. V. R.; SANTOS, G. D. dos; MAZZA, F. C.; SANTOS, V. L. P dos. Investigação de passivos ambientais em poços de água próximos a um cemitério situado na cidade de Curitiba-PR. **Revista**

EVINCI-Uni Brasil, Curitiba, v. 1, n. 4, p. 162-182, 2015.

CARVALHO, F. I. M.; LEMOS, V. P.; DANTAS FILHO, H. A.; DANTAS, K. G. F. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas de Belém a partir de parâmetros físico-químicos e níveis de elementos traço usando análise multivariada. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 7, n. 6, p. 2221-2241, 2015.

DA SILVA, D. D.; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. de C. e; LIMA, Z. M. de; MOURA, I. B. de. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Eng. San. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 43-52, 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. - Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

FREDDO FILHO, V.J. **Qualidade das águas subterrâneas rasas do aquífero Barreiras: estudo de caso em Benevides, PA**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

KEMERICH, P. D. da C.; BIANCHINI, D. C.; FANK, J. C.; BORBA, W. F. de; WEBER, D. P.; UCKER, F. E. A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 13, n. 4, p. 3777-3785, 2014.

KEMERICH, P. D. da C.; UCKER, F. E.; BORBA, W. F. Cemitérios como fonte de contaminação ambiental. **Revista Scientific American Brasil**, v.1, p. 78-81, 2012b.

LÖBLER, C. A.; BORBA, W. F. de; DA SILVA, J. L. da S. Relação entre a pluviometria e a condutividade elétrica em zona de afloramento do sistema Aquífero Guarani. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 115-121, 2015.

LÖBLER, C. A.; DA SILVA, J. L. S. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas do município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 10, n. 1, p. 141-152, 2015.

NIERO, R. Z. **Acompanhamento do nível freático e determinação da condutividade híbrida do solo na Fazenda Experimental da Ressacada CCA-UFSC**. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis: UFSC, 2011.

PACHECO, A. **Meio ambiente & cemitérios**, v. 15, 2017.

SARAIVA, F. A. **Avaliação de métodos geofísicos no comportamento espacial de plumas de necrochorume**. Dissertação (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SILVA, J. A. da; MARQUES, M. J. D. de P. Impactos ambientais causados por necrochorume de cemitérios: um olhar para os possíveis riscos à saúde pública. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, Tarumã, v. 2, n. 1, 2017. ISSN: 2525-4790.

SORIANO JUNIOR, R; REIS, F. A. G. **Análise comparativa entre métodos de amostragem de águas subterrâneas**. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal v. 2, n. 1, 2005.

THOMPSON, B. Cemitérios verticais, espaço urbano e meio ambiente: O novo discurso científico universitário de incentivo à verticalização do cemitério e cremação. **Primeiros Estudos**, São Paulo, n. 7, p. 07-26, 2015.

XAVIER, F. V.; MALAGUTTI FILHO, W.; SILVA, R. W. da C., MOREIRA, C. A. Emprego da sondagem elétrica vertical integrada às análises químicas e microbiológicas no diagnóstico preliminar da contaminação do solo e da água subterrânea no cemitério municipal da cidade de Rio Claro

(SP). **Eng. San. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 333-344, 2018.

ZANATO, T. R. **Contribuição do método da eletrorresistividade na investigação da possível contaminação por necrochorume em aquíferos fraturados no cemitério Santo Antônio.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, GEOFÍSICA, 2016.

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

