



**Franciele Braga Machado Túllio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)**

A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 3

Atena
Editora
Ano 2020





**Franciele Braga Machado Túllio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)**

A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 3

Atena
Editora
Ano 2020



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Túllio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-910-3

DOI 10.22533/at.ed.103201301

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Túllio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga. III. Série.

CDD 620.0072

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3” apresenta dezessete capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas em diversas áreas de engenharia, priorizando as áreas de ecologia, saneamento e saúde.

Nestes capítulos os autores utilizam a pesquisa científica para produzir conhecimento e inovação visando contribuir para bom uso de nossos recursos ambientais, cuidando da saúde de nosso planeta e dos que nele habitam.

A engenharia sendo usada para manejo de nossos mananciais, priorizando a exploração salutar de um de nossos maiores recursos naturais: a água.

A saúde da população sendo analisada pelo viés científico, a fim de orientar as políticas públicas na área.

Esperamos que o leitor faça bom uso das pesquisas aqui expostas e que estas possam embasar novos estudos na área. Boa Leitura!

Franciele Braga Machado Túllio
Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A RELEVÂNCIA DA DISTÂNCIA FÍSICA DA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NO SETOR JARDIM DAS PEROBEIRAS DE MINEIROS - GO	
Raffael de Carvalho Gonçalves Viviane Caldera Juliana Alves Burgo Godoi	
DOI 10.22533/at.ed.1032013011	
CAPÍTULO 2	5
ANÁLISE DOS REGISTROS DE ACIDENTES DE TRABALHO NA PREVIDÊNCIA SOCIAL EM JUAZEIRO DO NORTE NO PERÍODO DE 2008 A 2018	
Esdras Alex Freire de Oliveira Thays Lorranny da Silva Januário Correio José Gonçalves De Araújo Filho	
DOI 10.22533/at.ed.1032013012	
CAPÍTULO 3	27
CONTRIBUIÇÃO PARA O PROCESSO DE MONITORAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA FASE OPERACIONAL DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS	
Poliana Arruda Fajardo Nemésio Neves Batista Salvador	
DOI 10.22533/at.ed.1032013013	
CAPÍTULO 4	40
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA AVALIAR A DISPONIBILIDADE DE UM RECURSO HÍDRICO SUBTERRÂNEO QUENTE NAS TERMAS DA AREOLA	
Pedro Jorge Coelho Ferreira Luis Manuel Ferreira Gomes Alcino Sousa Oliveira Rui Miguel Marques Moura José Martinho Lourenço	
DOI 10.22533/at.ed.1032013014	
CAPÍTULO 5	55
FERRAMENTAS DA GESTÃO NA QUALIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DOS SUÍNOS SOB SERVIÇO DE INSPEÇÃO MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE SÃO LUIS – MA	
Herlane de Olinda Vieira Barros Célia Maria da Silva Costa Viviane Correa Silva Coimbra Larissa Jaynne Sameneses de Oliveira Zaira de Jesus Barros Nascimento Michelle Lemos Vargens Hugo Napoleão Pires da Fonseca Filho Nathana Rodrigues Lima	
DOI 10.22533/at.ed.1032013015	

CAPÍTULO 6	61
GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ESTRATIFICADA POR TERRITÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO EM MINAS GERAIS	
Denise Marília Bruschi Juliana Oliveira de Miranda Pacheco	
DOI 10.22533/at.ed.1032013016	
CAPÍTULO 7	77
LICENCIAMENTO AMBIENTAL - SISTEMA DE COLETA, MONITORAMENTO E ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS APLICADOS A FERROVIA	
Patricia Ruth Ribeiro Stefani Gabrieli Age Renata Twardowsky Ramalho	
DOI 10.22533/at.ed.1032013017	
CAPÍTULO 8	87
MODELAGEM COMPUTACIONAL DE PROCESSOS DE CONTAMINAÇÃO EM MEIOS POROSOS	
Marcelo Lemos da Silva Grazione de Souza Boy	
DOI 10.22533/at.ed.1032013018	
CAPÍTULO 9	101
MODELAGEM DE UM FERMENTADOR CILÍNDRICO PARA O CACAU	
Marcelo Bruno Chaves Franco Jorge Henrique de Oliveira Sales Rafaela Cristina Ferreira Brito	
DOI 10.22533/at.ed.1032013019	
CAPÍTULO 10	115
O NASCIMENTO DE UMA NOVA ÁGUA MINERAL PARA TERMALISMO E ASPETOS BÁSICOS PARA O ESTABELECIMENTO DE SUAS INDICAÇÕES TERAPÊUTICAS: O CASO DAS TERMAS DE SÃO MIGUEL EM PORTUGAL	
Luís Manuel Ferreira Gomes Luís José Andrade Pais Paulo Eduardo Maia de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.10320130110	
CAPÍTULO 11	129
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E CONSTITUINTES METÁLICOS NA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE ECOSSISTEMA LÊNTICO	
Maria da Graça Vasconcelos Hugo Gomes Amaral Arthur Dias Freitas Angélica Pereira da Cunha Bruna Fernanda Faria Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.10320130111	

CAPÍTULO 12	140
PLANTIOS DE ESPÉCIES NATIVAS DO BIOMA CERRADO EM ÁREAS DEGRADADAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS – ESECAE, DISTRITO FEDERAL	
Maria Goreth Goncalves Nobrega Henrique Cruvinel Borges Filho Vladimir de Alcântara Puntel Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.10320130112	
CAPÍTULO 13	154
PROPOSTA DE BANCO DE ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE MATA CILIAR EM TRECHO DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE, ESTADO DE SÃO PAULO.	
Marcelo Bento Nascimento da Silva Ives Simões Arnone Hugo Portocarrero	
DOI 10.22533/at.ed.10320130113	
CAPÍTULO 14	167
PURIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE LACASES PRODUZIDAS POR <i>Pleurotus ostreatus</i> EM CULTIVO SÓLIDO	
Juliana Cristina da Silveira Vieira Verônica Távilla Ferreira Silva Ezequiel Marcelino da Silva Adriane Maria Ferreira Milagres	
DOI 10.22533/at.ed.10320130114	
CAPÍTULO 15	185
QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO DA CERÂMICA - CIDADE DA BEIRA, MOÇAMBIQUE	
Albertina Amélia Alberto Nhavoto António Guerner Dias Daniel Agostinho Nivaldo Alfredo José Zandamela	
DOI 10.22533/at.ed.10320130115	
CAPÍTULO 16	198
RECOMENDAÇÕES BIOCLIMÁTICAS PARA O MUNICÍPIO DE SINOP-MT	
Emília Garcez da Luz Cristiane Rossato Candido Érika Fernanda Toledo Borges Leão	
DOI 10.22533/at.ed.10320130116	
CAPÍTULO 17	212
RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: COLETA E TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL	
Marcela Avelina Bataghin Costa Fernando Antonio Bataghin Tatiane Fernandes Zambrano Rita de Cássica Arruda Fajardo	
DOI 10.22533/at.ed.10320130117	

CAPÍTULO 18	226
USO DE GEOCÉLULA PEAD E GABIÃO TIPO COLCHÃO COMO REVESTIMENTOS DE CANAIS PARA DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITO	
Rafael Freitas Rodrigues	
Michel Moreira Morandini Fontes	
João Augusto de Souza Pinto	
Luiz Henrique Resende de Pádua	
Luany Maria de Oliveira	
Cristian Chacon Quispe	
DOI 10.22533/at.ed.10320130118	
SOBRE OS ORGANIZADORES	237
ÍNDICE REMISSIVO	238

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO DA CERÂMICA - CIDADE DA BEIRA, MOÇAMBIQUE

Data de aceite: 02/12/2019

Albertina Amélia Alberto Nhavoto

Universidade Licungo, Faculdade de Ciências Naturais e Tecnologia
Beira – Moçambique
betynha1976@gmail.com

António Guerner Dias

Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território (DGAOT)
Porto – Portugal

Daniel Agostinho

Universidade Pedagógica de Moçambique, Faculdade de Ciências Naturais e Matemática
Maputo – Moçambique

Nivaldo Alfredo José ZANDAMELA

Universidade Licungo, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
Beira – Moçambique

RESUMO: Este trabalho teve como objectivo analisar a qualidade microbiológica das águas dos poços do Bairro da Cerâmica no Município da cidade da Beira, Moçambique. Foi analisada a qualidade da água de seis poços residenciais durante o período de Abril a Outubro de 2017 e Julho a Setembro de 2019. Com esta análise procurou-se verificar possíveis contaminações por coliformes totais, coliformes fecais e *Vibrio*

cholerae, no período seco (Abril a Setembro) e chuvoso (Outubro), bem como as condições de saneamento do meio em redor dos poços e a localização destes em relação às fossas e às latrinas. Para identificação dos poços, cada um foi numerado de 1 a 6, tendo sido realizadas cinco campanhas em meses diferentes, correspondentes aos meses de Abril, Maio e Outubro de 2017, Julho e Setembro de 2019, o que totalizou 30 amostras. Estas amostras foram analisadas no Laboratório de Higiene da Água e Alimentos (LHAA), pertencente ao Ministério da Saúde, para verificação dos parâmetros: coliformes totais, coliformes fecais e *Vibrio cholerae*. As amostras para análise de coliformes totais e de coliformes fecais seguiram a técnica dos Tubos Múltiplos e os resultados são apresentados em Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e coliformes fecais (NMP/100mL). A análise do *Vibrio cholerae* foi feita pelo método directo (método de membrana filtrante) onde as amostras foram colocadas num meio de enriquecimento (água peptonada alcalina) durante 8 horas. Com os resultados obtidos concluiu-se que o período da época das chuvas é mais propício à contaminação dos aquíferos. Assim, devido ao elevado índice de contaminação das águas subterrâneas na cidade da Beira, para diminuir a ocorrência de doenças, relacionadas com o consumo da água contaminada pela população dos bairros

suburbanos, é urgente implementar medidas para a protecção das águas subterrâneas.

PALAVRAS-CHAVE: água subterrânea, poços de captação, contaminação por coliformes, origem da contaminação, medidas de protecção.

MICROBIOLOGICAL WATER QUALITY OF CERAMIC WATER WELLS - CITY OF BEIRA, MOZAMBIQUE

ABSTRACT: The objective of this work was to analyse the microbiological quality of well water of Cerâmica Neighbourhood wells in the city of Beira, Mozambique. The water quality of six residential wells was analysed during the period from April to October 2017 and July to September 2019. With this analysis we tried to verify possible contamination by total coliforms, fecal coliforms and *Vibrio cholerae* in the dry season (April to September) and rainy season (October), as well as the sanitation conditions around the wells and their location in relation to the septic tanks and latrines. To identify the wells, each one was numbered from 1 to 6, and five campaigns were carried out in different months, corresponding to April, May and October 2017, July and September 2019, which totalled 30 samples. These samples were analysed at the Food and Water Hygiene Laboratory (LHAA) belonging to the Ministry of Health, to verify the parameters: total coliforms, fecal coliforms and *Vibrio cholerae*. Samples for analysis of total and fecal coliforms followed the Multiple Tube technique and results are presented in Most Probable Number (MPN) of total and fecal coliforms (MPN/100mL). *Vibrio cholerae* analysis was done by the direct method (filter membrane method) where the samples were placed in an enrichment medium (alkaline peptone water) for 8 hours. With the results obtained it was concluded that the rainy season is more conducive to the contamination of aquifers. Therefore, due to the high rate of groundwater contamination in the city of Beira, to reduce the occurrence of diseases, related to the consumption of contaminated water by the population of suburban neighbourhoods, it is urgent to implement groundwater protection measures.

KEYWORDS: groundwater, wells, coliform contamination, source of contamination, protective measures.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial para a vida, sendo um recurso natural indispensável para todos os seres vivos. É utilizada para o consumo humano e para as atividades socioeconómicas, podendo ser obtida por meio de poços, furos ou minas, se de origem subterrânea, ou diretamente dos rios, lagos e represas se de origem superficial, tendo uma influência direta sobre a saúde humana.

Para que a água garanta efectivamente a manutenção da vida na Terra, é extremamente importante que sejam observadas todas as condições em termos da sua qualidade:

“A qualidade necessária à água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioactiva, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana” (SCURACCHIO, 2010).

O padrão de potabilidade da água é composto por um conjunto de valores de parâmetros microbiológicos, organoléticos e físico-químicos, que lhe conferem qualidade própria para o consumo humano (Ministério da Saúde, 2004). Os padrões da qualidade da água possuem a finalidade de assegurar a saúde humana e a qualidade no meio ambiente, disciplinando a sua utilização.

O abastecimento de água potável para as necessidades humanas é um dos problemas mais acentuados de muitos países em desenvolvimento, visto que estes não possuem recursos suficientes para fornecer água potável para todas as suas comunidades. Contudo, o problema existente ao nível desses países não se restringe apenas à escassez de água e à sua necessidade pelo ser humano, mas também ao nível da sua qualidade.

A World Water Vision (2000) (citado por ZAPOROZEC, 2002), reportou que 1,2 biliões de pessoas ou 1/5 da população mundial não tem acesso a água potável, enquanto metade da população mundial não possui saneamento adequado.

Outros autores (CAPPI et al, 2012) estimam que cerca de 80% de todas as doenças humanas estejam relacionadas, directa ou indirectamente, com a água não tratada, com saneamento precário e com a falta de conhecimentos e informações básicas de higiene e transmissão de doenças.

Tucci (2002) (citado por CAPPI; AYACH, 2012) afirmou que o desenvolvimento urbano envolve duas actividades conflitantes: o aumento da demanda de água com qualidade e a degradação dos mananciais urbanos por contaminantes com origem nos resíduos urbanos e industriais.

De acordo com Donnaire (2007), a qualidade das águas da Terra – rios, lagos naturais e represas, em particular – dos ecossistemas e da vida, em geral, vem sendo degradada de uma maneira alarmante e, esse processo, pode vir a ser irreversível, sobretudo nas áreas mais densamente povoadas dos países emergentes.

Ainda de acordo com a mesma autora, a crise da água é uma ameaça permanente à humanidade e à sobrevivência da biosfera como um todo, pondo em risco a espécie humana, impondo dificuldades ao desenvolvimento socioeconómico e aumentando a tendência de ocorrência de doenças de veiculação hídrica.

A contaminação das águas subterrâneas é, quase sempre, resultado de actividades humanas. Em áreas de elevada densidade populacional, como é o caso dos bairros suburbanos das grandes cidades, as águas subterrâneas são bastante vulneráveis à contaminação.

A contaminação das águas subterrâneas é a introdução de qualquer substância

na água, em concentrações indesejáveis, que normalmente não estão presentes na água, como exemplos podemos citar os microrganismos, os produtos químicos, os resíduos ou os esgotos, substâncias que tornam água imprópria para o uso humano (ZAPOROZEC, 2002).

COLVARA et al (2009) afirmaram que as fontes da contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogénicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas, geralmente tem sido o esgoto doméstico em fossas e tanques sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem de veículos e a modernização da agricultura. No meio rural e nas zonas suburbanas as principais fontes de abastecimento de água são os rios e os poços. Geralmente essas fontes não estão totalmente protegidas da contaminação e, muitas vezes, a qualidade da água é imprópria para consumo humano por estar poluída.

Para (CAPPI et al, 2012) a perfuração dos poços deve obedecer a critérios adequados de construção e de localização. E, ainda segundo os mesmos autores, as águas que são captadas em poços com muito tempo de uso, poços relativamente superficiais, ou poços localizados próximo de fossas e de escoamento de esgoto doméstico, aumentam a probabilidade de contaminação das suas águas. Se o poço estiver localizado próximo de uma fonte de contaminação, este corre sério risco de ser contaminado. Quando as águas subterrâneas são contaminadas, é difícil e muito caro o seu tratamento.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças infecciosas causadas por bactérias, vírus e protozoários, constituem o mais frequente risco para a saúde associado ao consumo de água contaminada.

O uso da água subterrânea captada de poços rasos sem tratamento, desconhecendo-se a sua qualidade bacteriológica e físico – química, pode vir a torna-se um factor de risco aos seres humanos que a utilizam, pelo seu potencial de transmitir doenças causadas pela presença de bactérias patogénicas (CAPPI et al, 2012).

Para determinação da contaminação microbiológica da água recorre-se à identificação dos microrganismos, cuja presença na água é um bom indicador de existência de matéria de origem fecal. Os principais indicadores da contaminação fecal são os coliformes totais e os coliformes fecais.

Segundo Cappi et al, 2012, a presença de coliformes totais e coliformes fecais na água não representa, por si só, um perigo para a saúde humana, mas indica a possível presença de outros organismos causadores de problemas à saúde. As bactérias do grupo coliforme, por exemplo *Escherichia coli*, representam contaminação fecal recente e indicam a possível presença de bactérias patogénicas, vírus entéricos ou parasitas intestinais (AMARAL et al, 2005 citado por CAPPI et al., 2012).

Nos bairros periféricos da cidade da Beira – Moçambique, a rede de abastecimento da água tratada ainda é deficitária, o que faz com que a população recorra à água de poços artesanais para o seu consumo. Por essa razão, o objectivo deste trabalho é analisar a qualidade microbiológica da água dos poços do Bairro da Cerâmica na cidade da Beira. Neste Bairro a taxa de cobertura da água canalizada situa-se abaixo de 30% e, por isso, a principal fonte de abastecimento de água são ainda os poços artesanais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A cidade da Beira localiza-se no centro de Moçambique a cerca de 1.200 km da capital Maputo, na costa do Oceano Índico. É limite a Norte e a Oeste pelo distrito de Dondo, a Este com o Oceano Índico e a Sul com o distrito de Búzi. Está situada na proximidade da latitude 19° 50' 36" S e da longitude 34° 50' 20" E. Segundo o Censo Populacional de 2017, a cidade da Beira possui cerca de 533.825 habitantes. É constituída por cinco Postos Urbanos divididos em 26 Bairros. Beira localiza-se numa zona pantanosa e, em consequência, apresenta uma superfície freática muito próxima da superfície.

De acordo com DAUD et al, 2014, as características geológicas, hidrogeológicas e geográficas da cidade da Beira tornam-na vulnerável à poluição antrópica, dificultando a definição da localização geográfica e da profundidade de níveis com água de qualidade e própria para consumo humano.

Para esta pesquisa escolheu-se o Bairro da Cerâmica cito no Posto Administrativo Urbano (PAU) de Inhamízia. É um dos bairros com elevado défice no fornecimento de água da rede pública e, conseqüentemente, com muita gente a recorrer a água dos poços para consumo e outros fins.

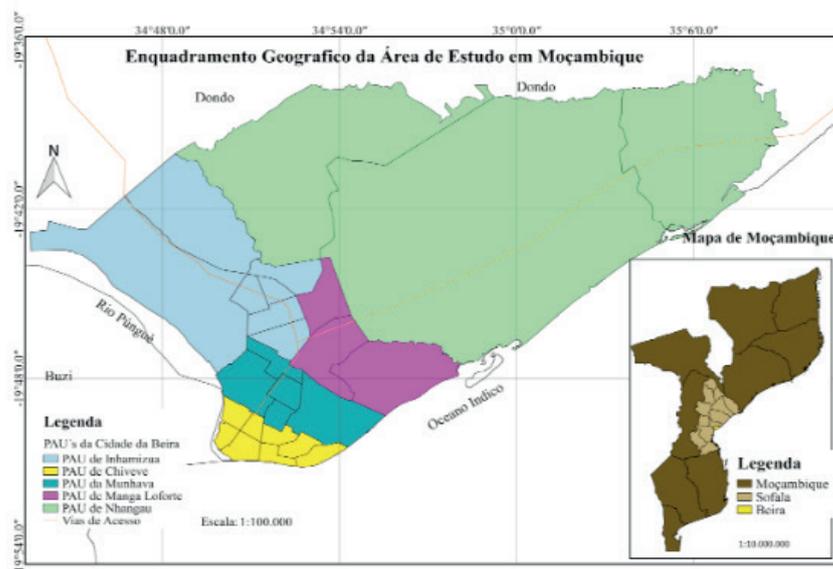


Figura 1. Mapa da cidade da Beira.

Fonte: Baloj, Vânia 2017.

É uma zona de expansão, cujo crescimento não é acompanhado pela instalação e desenvolvimento de infraestruturas básicas. Assim, neste bairro encontram-se zonas onde se pratica o cultivo de arroz, batata-doce, hortícolas e legumes, bem como a criação de animais de pequeno porte. Ambientalmente é uma área afetada pela indústria de madeira e produção de carvão a partir das sobras desta atividade.

2.2 Metodologia de colheita de amostras e análise da água

Foram coletadas dezoito amostras em seis poços, correspondentes a três campanhas de amostragem realizada nos meses de Abril, Maio e Outubro. As amostras foram coletadas em frascos de vidro com capacidade de 500 mL, de boca larga e tampa plástica bem ajustada, fornecidos pelo Laboratório de Higiene de Águas e Alimentos (LHAA) da cidade da Beira. A obtenção da amostra de água foi feita com o recipiente usado pelas famílias para o efeito. De seguida as amostras foram colocadas na caixa isotérmica com gelo, de forma adequada para que não ocorram perdas durante o transporte. A quantidade de gelo foi suficiente para manter as amostras refrigeradas entre 3°C e 10°C, tendo sido entregues no laboratório no mesmo dia. As amostras foram coletadas no Bairro da Cerâmica, um bairro que tem, como principais fontes de captação da água, poços e fontanários. A maior parte da população do Bairro da Cerâmica utiliza água dos poços para consumo e para outros fins, porque o acesso a água do abastecimento público é deficitário.

As amostras foram analisadas no LHAA, pertencente ao Ministério da Saúde, para verificação dos parâmetros: coliformes totais, coliformes fecais e *Vibrio cholerae*. As amostras para análise de coliformes totais e termotolerantes seguiram

a técnica dos Tubos Múltiplos e os resultados são em Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e coliformes fecais (NMP/100 mL). Inocularam-se seis tubos de ensaio contendo: a) caldo lactosado de concentração dupla com 10 mL da amostra; b) caldo lactosado de concentração simples com 1 mL de amostra; c) caldo lactosado de concentração simples com 0,1 mL de amostra. Este procedimento permitiu obter as diluições 1:1, 1:10 e 1:100 que, em seguida, foram homogeneizadas por agitação. Para o teste presuntivo as amostras foram incubadas a 37°C durante um período de 48 h. Foram considerados positivos os testes que apresentaram formação de gás dentro dos tubos de Durham e turbidez do meio. Com estes resultados, foi ainda realizada a prova confirmativa para coliformes totais e coliformes fecais, utilizando o caldo lactosado bile verde brilhante a 2% de concentração. Estas amostras foram incubadas a 37°C durante um período de 48 h para coliformes totais e em banho-maria a 37°C durante um período de 24 h para os coliformes fecais.

A análise do *Vibrio cholerae* foi feita pelo método direto (método de membrana filtrante) onde as amostras foram colocadas num meio de enriquecimento (água peptonada alcalina) durante 8 h. A partir do caldo de enriquecimento, retirou-se uma pequena porção que foi colocada em estrias de desenvolvimento numa placa do género Tiosulfato-Citrato-Bile-Sacarose (T.C.B.S.) Agar, de superfície seca, sendo incubadas a 37°C durante 24 h.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características dos poços analisados

As condições das edificações, higiénico-sanitárias e a localização dos poços constituem factores importantes que estão directamente ligados à saúde das pessoas que consomem a água, especialmente as crianças que são mais vulneráveis às doenças de veiculação hídrica.

Os poços analisados são escavados manualmente, com um diâmetro de aproximadamente um metro e uma profundidade de até três metros, sem qualquer medida de proteção sanitária como, por exemplo, cimentação na envolvente, colocação de uma laje e/ou tampa. Para evitar o desmoronamento dos solos durante a execução da captação de água, nalguns casos, coloca-se um pneu usado, sem nenhuma proteção ou com uma tampa não segura.

A figura 2 mostra as condições de um poço, com um pneu como meio de proteção, a tampa é em chapa de zinco e este localiza-se próximo de uma fossa séptica.



Figura2: Poço sem proteção adequada.

A água é captada por meio de um balde, devendo ser salientado que, neste procedimento, pode ocorrer contaminação da água pela inadequação das condições de higiene do balde coletor que, normalmente, fica exposto e não é higienizado antes de ser usado.

Silva e Araújo (2003) afirmaram que “o aumento do número de colônias de coliformes fecais estava associado, muitas vezes, a poços com até 10 metros de profundidade e captação manual da água, através de balde”. A figura 3 mostra as condições de alguns poços em que, neste caso, o poço é cimentado, mas não apresenta qualquer tipo de tampa.



Figura 3: Poço com a borda cimentada mas sem proteção.

3.2 Qualidade da água dos poços analisados

Todas as amostras dos seis poços analisados apresentaram coliformes. Os resultados das amostras analisadas nos meses de Abril e Maio mostraram que a água era própria para o consumo, de acordo com o Regulamento sobre a Qualidade da Água para o Consumo Humano (RQACH), Diploma Ministerial nº 180/2004 de 15 de Setembro. Em cinco dos poços, os coliformes fecais estiveram abaixo de 3 NMP/100mL e no poço número 1 com cerca de 9 NMP/100 mL. Sendo o limite

máximo admissível de 10 NMP/100mL, a água do poço 1 poderia ser considerada como água imprópria para consumo, uma vez que se encontra muito próximo do limite legal. Nos resultados das amostras, obtidas nos meses de julho e setembro de 2019, apenas os poços 1 e 3 indicavam água própria para o consumo humano de acordo com RQACH, no que refere aos parâmetros para água não tratada. Assim como o poço 6 que, no mês de setembro, apresentava 5 NMP/100 mL. Importa salientar que de abril a setembro é o período seco (inverno) e de outubro a março é a época chuvosa (verão) mas, no entanto, o período chuvoso por vezes prolonga-se até ao mês de abril e no período seco pode ocorrer alguma precipitação.

Segundo o Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Drinking and Groundwater (2016):

As bactérias são apenas um dos vários contaminantes que podem afectar a água do poço. Mesmo que os resultados dos testes dos coliformes totais e coliformes fecais sejam negativos, o que significa que não há contaminação bacteriana da água do poço, segundo esses resultados não significam necessariamente que a água esteja livre da contaminação química, como nitratos e pesticidas.

Nos resultados das amostras colhidas em Outubro, período chuvoso de verão, veio a verificar-se que a água dos poços analisados era imprópria para o consumo humano, dado que os coliformes fecais e os coliformes totais estavam acima do limite admissível. Para os meses de julho e setembro de 2019, os poços 2, 4 e 5, assim como o poço 6 no mês de julho, a água indicava um índice elevado de contaminação por coliformes fecais, mostrando-se imprópria para o consumo humano. E todas amostras não se identificou o *Vibrio cholerae*.

Na tabela 1 estão apresentados os resultados das análises microbiológicas da água dos poços referentes às épocas seca e chuvosa:

Campanha	Coliformes totais					Coliformes fecais				
	abr-17	mai-17	out-17	jul-19	set-19	abr-17	mai-17	out-17	jul-19	set-19
Poço 1	<3	23	≥2400	23	8	<3	9	≥2400	<3	<3
Poço 2	<3	23	≥2400	1100	1100	<3	<3	≥2400	460	423
Poço 3	<3	4	≥2400	240	87	<3	<3	≥2400	4	<3
Poço 4	<3	43	≥2400	240	240	<3	<3	≥2400	93	63
Poço 5	<3	<3	≥2400	≥2400	≥2400	<3	<3	≥2400	240	175
Poço 6	<3	9	≥2400	240	43	<3	<3	≥2400	43	5

Tabela 1: Resultados das análises microbiológicas da água dos poços.

De acordo com os resultados apresentados na tabela 1 a água dos poços do Bairro da Cerâmica na cidade da Beira, é imprópria para o consumo humano, principalmente na época chuvosa (a vermelho). Embora as amostras analisadas no inverno de 2017 tenham mostrado que a água é própria para consumo de acordo com os limites estabelecidos pelo RQACH, que é parte integrante da Lei n.º 16/91

de 03 de Agosto, Lei de Águas, é sempre necessário o tratamento desta antes do seu consumo.

O RQACH, no seu Anexo I parte B, estabelece os parâmetros microbiológicos e físico-químicos, bem como os seus limites admissíveis, a que água destinada ao consumo humano deve obedecer, quando esta é captada em fontes de abastecimento público sem tratamento.

O poço 1 apresentou coliformes fecais, 9 NMP/100 mL, no período de inverno de 2017 (período seco), o que indica que há contaminação fecal e a água deve ser considerada inadequada para o consumo. Para os meses de julho e setembro de 2019, embora sendo período de inverno, a água mostrou-se contaminada, com o poço 2 a apresentar 460 NMP/100 mL e 423 NMP/ mL, o poço 4 com 93 NMP/100 mL e 63 NMP/100 mL, o poço 5 com 243 NMP/100 mL e 175 NMP/100 mL, respetivamente; o poço 6 no mês de julho apresentou 43 NMP/100 mL e 5 NMP/100 mL.

A contaminação dos poços nos meses do período seco em 2019 pode ter sido influenciada pela passagem do ciclone IDAI pela cidade da Beira, o que levou ao prolongamento da época das chuvas até ao mês Maio. Sendo a Beira uma cidade com a superfície freática próxima da superfície, as inundações decorrentes da passagem do ciclone podem ter facilitado o contacto e o transporte dos contaminantes até aos poços, quer por transporte à superfície (talvez o mais comum) quer por infiltração e escoamento subterrâneo.

Ayach et al, 2012, referem que “As bactérias patogénicas intestinais têm a sua presença indicada pela determinação do subgrupo de coliformes fecais ou termotolerantes e a sua deteção indica que houve poluição fecal proveniente de fezes humanas ou de animais de sangue quente”.

No período chuvoso (período de verão) à água subterrânea é vulnerável à contaminação, pois as chuvas facilmente arrastam os contaminantes para os poços. Os resultados obtidos nas amostras analisadas em Outubro (Verão), foram aquelas que apresentaram sempre um número mais elevado de coliformes totais e de coliformes fecais. Verificou-se, ainda, que todas as amostras analisadas na época chuvosa apresentaram um índice elevado de contaminação, o que poderá estar relacionado com as condições do saneamento. Os poços são rasos, localizados próximo de fossas sépticas e sem as melhores condições de proteção.

No gráfico da figura 4 podemos analisar o comportamento das águas dos poços analisadas, relativamente à concentração de coliformes fecais, no período compreendido entre abril de 2017 e setembro de 2019.

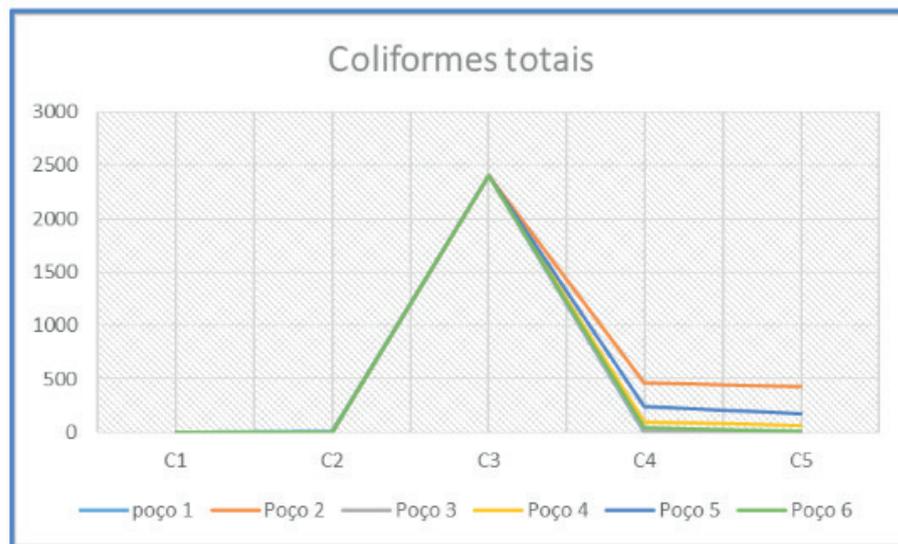


Figura 4: Gráfico com a concentração de coliformes fecais na água dos poços do Bairro da Cerâmica, ao longo das seis campanhas realizadas (C1 a C5); a campanha C3 corresponde a Outubro de 2017.

Da análise dos dados apresentados no gráfico da figura 4 e na tabela 1, podemos verificar que após Outubro de 2017, salvo algumas exceções, as águas dos seis poços analisados permanecem com má qualidade bacteriológica. Os poços mais críticos são os poços 2, 4, 5 e 6.

A contaminação das águas dos poços não pode ser considerada um fator isolado, mas antes um fenómeno de proporções generalizadas por se tratar de poços localizados em áreas urbanas.

Segundo CAPPI et al, 2012, muitos estudos mostram que o número de amostras de água de poços que apresentam contaminação de bactérias do grupo coliformes é elevado.

MUCHIMBANE (2010), analisou águas em 26 poços rasos e tubulares no Distrito Urbano 4, da cidade de Maputo em Moçambique, e verificou que 57,69% dos poços estudados estavam com problemas de contaminação por bactérias do grupo dos coliformes.

NHAVOTO, em trabalho realizado em 2010, obteve 100% de contaminação por coliformes em 70 amostras de água dos poços do Bairro de Inhamudima, igualmente na cidade da Beira. Estes resultados mostram que, genericamente, as águas dos poços da cidade da Beira não apresentam qualidade adequada para consumo humano.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os poços analisados no Bairro da Cerâmica na cidade da Beira, para lá de características hidrogeológicas locais e específicas, não apresentam as melhores

condições de proteção, o que os torna muito vulneráveis à contaminação. São poços localizados próximo de fossas ou mesmo de latrinas. Os resultados obtidos levam-nos a apresentar as seguintes considerações:

- O período da época das chuvas é claramente mais propício à contaminação dos aquíferos;
- A água das chuvas, atravessando fossas e latrinas, arrasta potenciais contaminantes para as águas subterrâneas;
- As condições de execução dos poços, com 2 a 3 metros de profundidade, torna-os muito vulneráveis aos agentes contaminantes existentes à superfície;
- A localização dos poços, muitas vezes próximo de fossas, latrinas e outras fontes contaminantes, é inadequada.

Assim, devido ao elevado índice de contaminação das águas subterrâneas no Bairro da Cerâmica, cidade da Beira, para diminuir a ocorrência de doenças relacionadas com o consumo da água contaminada pela população dos bairros suburbanos, é urgente a implementação de medidas para a proteção das águas subterrâneas. Para isso, podem/devem ser acionadas medidas que permitam:

- i) Determinar a vulnerabilidade à poluição/contaminação dos aquíferos locais;
- ii) Avaliar a vulnerabilidade à poluição/contaminação das captações existentes; e,
- iii) Definir perímetros de proteção que condicionem as atividades que se desenvolvam na envolvente das captações.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território (DGAOT), da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) pelo apoio; ao Laboratório de Higiene de Água e Alimentos (LHAA), em Moçambique, por ter facilitado a realização de análises de água; à Universidade Licungo – Beira por ter financiado o meu estágio na UPORTO.

REFERÊNCIAS

Ayach L. R., de Lima Guimarães S. T., Cappi N., Ayach C. **Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos**. Caderno de Geografia, 37(22), 2012

Cappi N., Ayach L. R., Santos T. M. B., de Lima Guimarães S. T. **Qualidade da água e factores de contaminação de poços rasos na area urbana de Anastácio (MS)**. Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental. Geografia Ensino & Pesquisa 16(3), 77-92, 2012

Colvara J. G., Lima A. S., Silva W. P. **Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul.** BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY. IISSA, 11-14, 2009.

Daudi E., Ramalho E., Fernandes J., Batista M. J., Quental L., Dias R., Milisse D., Ussene U., Oliveira T., Cune G., Balate G., Manhiça V. **Geofísica aplicada à gestão da água subterrânea e ao ordenamento do território da cidade da beira.** Em 2º Congresso Nacional de Geologia (CoGeo02) e 12º Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa (12CGPLP). Maputo, República de Moçambique, 2014.

Donnaire, R. P. (2007). **Tratamento de água subterrânea contaminada com BTEX utilizando fotocatalise Heterogénea.** Tese de Doutorado em Ciências. Universidade de Campinas. Campinas, 101p, 2007.

Ministério da Saúde. **Regulamento Sobre a Qualidade da Água para o consumo Humano. MISAU-DNS. Moçambique,** 2004.

Moçambique. Lei nob16/91 de 03 de agosto, **Lei das águas.** Boletim da República, 2º Suplemento, 1991.

Muchimbane, A. B. **Estudo dos Indicadores de Contaminação das Águas Subterrâneas por Sistemas "in situ" - Distrito Urbano 4 de Maputo.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 144p, 2010.

Nhavoto, A. A. **Uso de Radiação solar no Tratamento de Água para consumo Humano.** Dissertação de Mestrado em Educação/ Ensino de Química. Universidade Pedagógica de Moçambique. Maputo, 109p, 2010

Scuracchio, P. A. **Qualidade da Água Utilizada para Consumo em Escolas no Município de São Carlos.** Dissertação de Mestrado em Nutrição. Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo, 59, 2010.

Silva R. d., Araújo, T. M. **Qualidade de água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA).** Ciência e Saúde Colectiva 8(4), 1019-1028, 2003.

Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Drinking and Groundwater. **Bacteriological contamination of Drinking Water Wells.** Pub-DG-003-2016, 2016.

Zaporozec, A. **Groundwater Contamination inventory.** A Methodological Guide. IHP-VI, series on Groundwater nº 2. UNESCO, 2002.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

Lucio Mauro Braga Machado - Bacharel em Informática (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/1995), Licenciado em Matemática para a Educação Básica (Faculdade Educacional da Lapa – FAEL/2017), Especialista em Desenvolvimento de Aplicações utilizando Tecnologias de Orientação a Objetos (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/ 2008). É coordenador do Curso Técnico em Informática no Colégio Sant’Ana de Ponta Grossa/PR onde atua também como professor desde 1992, também é professor na Faculdade Sant’Ana atuando na área de Metodologia Científica, Metodologia da Pesquisa e Fundamentos da Pesquisa Científica e atua como coordenador dos Sistemas de Informação e do Núcleo de Trabalho de Conclusão de Curso da instituição. E-mail para contato: machado.lucio@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes de trabalho 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 25, 26

Água 33, 34, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 58, 87, 88, 89, 91, 93, 97, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 146, 150, 156, 157, 170, 171, 173, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 209, 210, 217, 218, 222, 228, 229, 231, 236

Águas sulfúreas quentes 40

Água subterrânea 115, 123, 186, 188, 194, 197

Aquíferos 45, 47, 48, 49, 87, 88, 89, 90, 97, 99, 185, 196

Áreas de preservação permanente 155, 158

Arquitetura bioclimática 198, 209

Arquivos climáticos 198, 202, 210, 211

Avaliação de impacto ambiental 27, 28, 38, 39

B

Barragem de rejeito 226, 228

C

Cacau 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114

Canais 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 234, 235

Casca de arroz 167, 170, 173, 174, 182

Clandestino 55, 58

Coleta 1, 4, 7, 14, 15, 27, 29, 36, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 132, 134, 135, 138, 212, 214, 215, 220, 221, 224

Contaminação 29, 58, 87, 88, 89, 90, 97, 99, 137, 185, 186, 187, 188, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 224

Contaminação por coliformes 186, 193, 195

D

Dados meteorológicos 198, 199, 202

Descaracterização 226, 227, 228, 229, 230, 235

Destinação de resíduos 61

Drenagem 48, 79, 85, 129, 226, 227, 228, 229, 230, 232

E

Ecossistema aquático 130

Enzimas lignolíticas 167

Estação de tratamento de esgotos sanitários 27, 39

Estresse hídrico 140, 150, 151

F

Farelo de cereais 167

Fermentador 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113

G

Gabião 226, 227, 233, 234

Geocélula 226, 230, 231, 232, 233, 235, 236

Gestão de resíduos sólidos urbanos 61, 75

I

Impactos ambientais 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 77, 78

Inspeção 55, 57, 58, 59, 88

L

Licenciamento ambiental 27, 28, 29, 30, 33, 66, 74, 76, 77, 78, 215

M

Matas ciliares 147, 155, 156

Meda 40, 41, 42, 43, 44, 54

Metais dissolvidos 129, 130, 131, 135

Método de diferenças finitas 87, 94

Minas gerais 61, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 74, 75, 76, 226

Modelagem computacional 87, 101

Monitoramento ambiental 27, 29, 36, 37, 38

Mudas 140, 142, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 160, 164, 165

O

Origem da contaminação 186

P

Poços de captação 186

Política de resíduos sólidos 61

Previdência social 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 25

R

Recuperação de áreas degradadas 140, 141, 142, 144, 145, 148, 152, 153, 155, 165

Resíduos de serviços de saúde 212, 213, 214, 215, 219, 223, 224, 225

Restauração ecológica 140, 142

Restauração florestal 154, 155, 159, 160, 161, 163, 164

S

Saúde do trabalhador 5, 7, 8, 9, 11, 12, 17, 21, 24, 25

Sedimentos 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 156, 226, 227, 228, 229, 236

Simulação numérica 87, 99
Sistema aquífero profundo 40
Sistema de informações geográficas 77, 155
Suíno 55, 56, 58

T

Taxa de sobrevivência 140, 151
Termas da areola 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 54
Territórios de desenvolvimento 61, 63, 64, 65, 66, 74
Transferência de calor 101, 103, 110, 111, 114
Tratamento 1, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 58, 62, 75, 81, 84, 89, 125, 126, 135, 137, 143, 170, 188, 194, 197, 201, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 223, 224

U

Unidade de conservação 140, 143

