



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia
Ambiental e Sanitária:
Interfaces do Conhecimento 2

Atena
Editora

Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Ambiental e Sanitária:
Interfaces do Conhecimento 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
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

Prof^a Dr^a 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 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. Edvaldo Antunes de Faria – 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
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a 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
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^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª 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 Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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
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
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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	Engenharia ambiental e sanitária [recurso eletrônico] : interfaces do conhecimento 2 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Engenharia Ambiental e Sanitária. Interfaces do Conhecimento; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-694-2 DOI 10.22533/at.ed.942190910 1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 628.362
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Ambiental e Sanitária Interfaces do Conhecimento*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 31 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental e sanitária, tendo como base suas diversas interfaces do conhecimento.

Entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, o setor de saneamento.

A questão das interfaces entre saneamento e recursos hídricos coloca-se no saneamento como usuário de água e como instrumento de controle de poluição, em consequência, de preservação dos recursos hídricos.

Estas interfaces, como linhas integradas prioritárias de pesquisa, relacionam-se ao desenvolvimento e a inovação, seja de caráter científico e tecnológico, entre as áreas de recursos hídricos, saneamento, meio ambiente e saúde pública.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia ambiental e sanitária, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas interfaces do conhecimento da engenharia ambiental e sanitária. 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.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO: EXPERIÊNCIAS E COMPREENSÕES PARA SEU ACOMPANHAMENTO E ATUALIZAÇÃO	
Marcelo Seleme Matias	
DOI 10.22533/at.ed.9421909101	
CAPÍTULO 2	17
AS CARAVANAS DE SANEAMENTO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: FORMA DE DIÁLOGO DE SABERES E DE CAPACITAÇÃO PARA O PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO	
Luiz Roberto Santos Moraes	
Luciana Espinheira da Costa Khoury	
Ilka Vlaida Almeida Valadão	
DOI 10.22533/at.ed.9421909102	
CAPÍTULO 3	29
AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO EM BELÉM DO PARÁ	
Giovanni Chaves Penner	
Laércio dos Santos Rosa Junior	
Ana Gabriela Santos Dias	
DOI 10.22533/at.ed.9421909103	
CAPÍTULO 4	37
ESTIMATIVA DE POTENCIAL HÍDRICO SUBTERRÂNEO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO PARANÁ	
Maurício Marchand Krüger	
Cláudio Marchand Krüger	
Rodrigo Pinheiro Pacheco	
Marcos Cesar Santos da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9421909104	
CAPÍTULO 5	51
ESTRATÉGIAS INSTITUCIONAIS E REGULATÓRIAS PARA ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Ester Feche Guimarães	
Marcel Costa Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.9421909105	
CAPÍTULO 6	61
PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS: DO CONCEITO À PRÁTICA, UMA ÊNFASE NO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DA BAHIA	
Renavan Andrade Sobrinho	
Abelardo de Oliveira Filho	
Cristiane Sandes Tosta	
DOI 10.22533/at.ed.9421909106	

CAPÍTULO 7	74
ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS SEDIMENTADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU	
Maria Cristina Scarpari Juliana Ninov Márcia Antonia Bartolomeu Agustini Fabio Orssatto	
DOI 10.22533/at.ed.9421909107	
CAPÍTULO 8	92
CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CLARIFICADA PROVENIENTE DO TRATAMENTO DO RESÍDUO DO TRATAMENTO DE ÁGUA EM CICLO COMPLETO	
Isadora Alves Lovo Ismail Angela Di Bernardo Dantas Luiz Di Bernardo Cristina Filomêna Pereira Rosa Paschoalato Mateus Ancheschi Roveda Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.9421909108	
CAPÍTULO 9	105
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA DE TORRE DE RESFRIAMENTO VISANDO REÚSO	
Nathalia Oliveira dos Santos Lídia Yokoyama Vanessa Reich de Oliveira Gabriel Travagini Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.9421909109	
CAPÍTULO 10	118
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA DO MAR AO SISTEMA DE OSMOSE INVERSA EM USINAS TERMELÉTRICAS	
Luciano Dias Xavier Lídia Yokoyama Vanessa Reich de Oliveira Gabriel Travagini Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.94219091010	
CAPÍTULO 11	131
QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PARQUE LAGOAS DO NORTE, TERESINA-PI	
Rafael Diego Barbosa Soares Carlos Ernando da Silva Ronne Wesley Lopes da Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.94219091011	
CAPÍTULO 12	141
CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTO AMARO, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	
Caio Henrique Ungarato Fiorese Herbert Torres Gilson Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.94219091012	

CAPÍTULO 13	156
CONTROLE DE ENCHENTES E A ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA EM BLUMENAU, SC, BRASIL	
Raphael Franco do Amaral Tafner Roberto Righi	
DOI 10.22533/at.ed.94219091013	
CAPÍTULO 14	168
APLICAÇÃO DE TETO JARDIM RESIDENCIAL NA REDUÇÃO DE ALAGAMENTO URBANO	
Raquel da Silva Pinto Camila de Fátima Lustosa Gabriele Sabbadine André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena Luciane de Souza Oliveira Valentim	
DOI 10.22533/at.ed.94219091014	
CAPÍTULO 15	180
DESENVOLVIMENTO DE GEOPOLÍMEROS COM A INCORPORAÇÃO DO LODO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA	
Matheus Rossetto Luciano Senff Simone Malutta Rubia Lana Britenbach Meert Bruno Borges Gentil	
DOI 10.22533/at.ed.94219091015	
CAPÍTULO 16	194
BENCHMARKING DE DESEMPENHO ENTRE OPERADORAS DE ÁGUA E ESGOTO EM NÍVEL DE BACIA HIDROGRÁFICA	
Tiago Balieiro Cetrulo Aline Doria de Santi Rui Domingos Ribeiro da Cunha Marques Tadeu Fabrício Malheiros Natália Molina Cetrulo	
DOI 10.22533/at.ed.94219091016	
CAPÍTULO 17	203
ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM EFLUENTES SIMULADOS DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS	
Micheli Tutumi de Araujo Alexandre Saron	
DOI 10.22533/at.ed.94219091017	
CAPÍTULO 18	218
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA COMO ÁGUA DE AMASSAMENTO PARA CONCRETO	
André Schramm Brandão Ênio Pontes de Deus Antônio Eduardo Bezerra Cabral Wyoskynaria Mihaly Maia da Silva Francisco Altanízio Batista de Castro Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.94219091018	

CAPÍTULO 19	231
APLICAÇÃO DO MÉTODO ESTATÍSTICO DCCR NA REMOÇÃO DE CORANTES EM EFLUENTE TÊXTIL POR PROCESSO DE ELETROCOAGULAÇÃO	
Fabíola Tomassoni Elisângela Edila Schneider Cristiane Lisboa Giroletti Maria Eliza Nagel-Hassemer Flávio Rubens Lapolli	
DOI 10.22533/at.ed.94219091019	
CAPÍTULO 20	244
DESAGUAMENTO E HIGIENIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO UTILIZANDO ESTUFA AGRÍCOLA SOBRE LEITOS DE SECAGEM	
Juliana Guasti Lozer Ricardo Franci Gonçalves Vinícius Mattos Fabris	
DOI 10.22533/at.ed.94219091020	
CAPÍTULO 21	254
DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO DE CADASTRAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE CONTAMINADAS PELA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	
Renato Ribeiro Siman Hugo de Oliveira Fagundes Larissa Pereira Miranda Luciana Harue Yamane	
DOI 10.22533/at.ed.94219091021	
CAPÍTULO 22	267
ENZIMAS LIGNINOLÍTICAS DE <i>Trametes sp.</i> NA REMEDIAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS GERADOS DURANTE TRATAMENTO DE EFLUENTE KRAFT EM LAGOAS AERADAS FACULTATIVAS	
Eliane Perreira Machado Gustavo Henrique Couto Aline Cristine Hermann Bonato Camila Peitz Claudia Regina Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.94219091022	
CAPÍTULO 23	276
ESTUDO COMPARATIVO DA SECAGEM NATURAL DE LODOS DE ETEs SUBMETIDOS AO PROCESSO DE CENTRIFUGAÇÃO	
Sara Rachel Orsi Moretto Walmor Cardoso Godoi Sebastião Ribeiro Junior	
DOI 10.22533/at.ed.94219091023	

CAPÍTULO 24	287
ESTUDO DA AÇÃO DE CONSÓRCIOS MICROBIANOS NA REMEDIAÇÃO DE ÁGUAS CONTAMINADAS	
<p>Viviane Nascimento da Silva e Sá Fabiana Valéria da Fonseca Leila Yone Reznik Tito Lívio Moitinho Alves</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091024	
CAPÍTULO 25	300
ESTUDO DO ACÚMULO DE NITRITO EM REATOR SEQUENCIAL EM BATELADA VISANDO A REMOÇÃO DE NITROGÊNIO PELA VIA CURTA	
<p>Ajadir Fazolo Alisson Luiz Boeing Kátia Valéria Marques Cardoso Prates Paulo Henrique Mazieiro Pohlmann Rafael Coelho Ciciliato Rafaella Oliveira Baracho</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091025	
CAPÍTULO 26	311
GESTÃO DE MICROPOLUENTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS: O CASO DO RIO BELÉM, CURITIBA, PARANÁ	
<p>Demian da Silveira Barcellos Harry Alberto Bollmann</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091026	
CAPÍTULO 27	330
II-032 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO AGROPECUÁRIO DOS EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA EMBASA, SITUADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO	
<p>Evanildo Pereira de Lima Helder Guimarães Aragão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091027	
CAPÍTULO 28	339
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
<p>Juliana Guasti Lozer Victor Correia Faustini Cinthia Gabriela de Freitas Ribeiro Vieira Reis Nadja Lima Gorza Renata Maia das Flores</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091028	
CAPÍTULO 29	351
O REÚSO DA ÁGUA DE EFLUENTE NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAPUAVA – SÃO PAULO	
<p>Sâmia Rafaela Maracaípe Lima Eduardo Ueslei de Souza Siqueira Layse de Oliveira Portéglio Mainara Generoso Faustino</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091029	

CAPÍTULO 30	363
PRODUÇÃO DE BIOMASSA MICROALGAL EM EFLUENTE SUCROALCOOLEIRO CLARIFICADO POR COAGULAÇÃO ELETROQUÍMICA	
Mauricio Daniel Montaña Saavedra Viktor Oswaldo Cárdenas Concha Reinaldo Gaspar Bastos	
DOI 10.22533/at.ed.94219091030	
CAPÍTULO 31	379
USO DE ESGOTOS TRATADOS NO NORDESTE DO BRASIL: POTENCIAIS E DESAFIOS	
Rafaela Ribeiro de Oliveira Yldeney Silva Domingos Luara Musse de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.94219091031	
SOBRE O ORGANIZADOR	391
ÍNDICE REMISSIVO	392

ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS SEDIMENTADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU

Maria Cristina Scarpari

Universidade tecnológica federal do Paraná,
Campus Medianeira-PR

Juliana Ninov

Universidade tecnológica federal do Paraná,
Campus Medianeira-PR

Márcia Antonia Bartolomeu Agustini

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campus Medianeira, Departamento de Ciências
Biológicas e Ambientais, Medianeira-PR.

Fabio Orssatto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campus Medianeira, Departamento
de Ciências Biológicas e Ambientais, Medianeira-
PR.

RESUMO: O presente estudo teve por objetivo analisar a qualidade microbiológica e físico-química das águas de poços sedimentados das comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu. As amostras de água foram coletadas no ponto próximo ao poço e outra no ponto mais distante do sistema de distribuição. Foram realizadas duas campanhas sendo uma no início do inverno, no mês de junho e outra no mês de setembro, início de primavera. Avaliou-se nas amostras os parâmetros coliformes totais e termotolerantes, cor, condutividade, pH, temperatura e nitrato. Na primeira coleta, observou-se contaminação microbiológica por

coliformes totais e termotolerantes em ambas as amostras coletadas, e contaminação físico-química por elevados índices de nitrato em todos os pontos das comunidades. As análises de pH e cor se encontraram em conformidade com a legislação 2914/11 em todos os pontos. Na segunda coleta, detectou-se contaminação por coliformes totais em todas as comunidades e contaminação por coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* nas comunidades B e C, como também contaminação por elevada concentração de nitrato em quase todos os pontos, o pH sofreu considerável elevação em todas as amostras, e a condutividade teve uma diminuição, Já as análises de cor se encontraram dentro dos parâmetros da portaria 2914/11 em todas as amostras. Constata-se, que as águas subterrâneas destas localidades não estão em conformidade com a portaria N05/2017

PALAVRAS-CHAVE: Coliformes. Águas subterrâneas. Contaminação..

ANALYSES OF WATER QUALITY OF SEDIMENTED WELLS IN THE RURAL COMMUNITIES OF THE MUNICIPALITY OF SÃO MIGUEL DO IGUAÇU

ABSTRACT: The present study had the aim to analyze the microbiological and physicochemical quality of the sedimentated wells of the

communities of the interior of the County of São Miguel do Iguaçu. Two samples were collected from each community, one at the point near the well and another at the farthest point. Two campaigns were carried out, one at the beginning of winter, the month of June and the other in September, the beginning of spring. The total and thermotolerant coliform parameters, color, conductivity, pH, temperature and nitrate were measured in the samples. In the first collection, it was observed microbiological contamination by total coliforms and contamination by thermotolerant coliforms in both samples collected, and physico-chemical contamination by high nitrate levels in all points of communities A, B and C. The pH and color analyzes were found to be in compliance with 2914/11 legislation at all points. In the second collection, contamination by total coliforms in all communities and contamination by thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* in communities B and C was detected, as well as contamination by high concentration of nitrate in almost all points, pH was elevated in all samples, Already the color analyzes were within the parameters of the 2914/11. It is observed that the groundwater of these localities are contaminated according to the comparisons to the parameters of the ordinance N05/2017.

KEYWORDS: Coliforms. Groundwater. Contamination.

1 | INTRODUÇÃO

O planeta é constituído por água, porém apenas 3% deste montante equivale à água doce e potável, sendo o restante, água salgada do mar e não potável. Um agravante se dá, uma vez que 2,5% se encontra congelada em forma de geleiras na Antártica. Deste modo, toda vida do planeta terra incluído a do próprio homem dependente dos 0,5% de água doce disponível no planeta (ANA, 2009).

Destes 0,5%, aproximadamente 12% se encontra em território brasileiro devido à sua localização geográfica e condições climáticas. Porém, este recurso não está administrado de forma responsável, o país hoje enfrenta inúmeros problemas por conta da má gestão de seus recursos hídricos, pois esta vem se tornando cada vez mais escassa, quando contaminada ou poluída, pode representar um risco à saúde, veículo de inúmeras doenças.

A água pode atuar como veículo transmissor de patologias quando entra em contato com microrganismos patogênicos, tais como alguns gêneros bacterianos dentro do grupo dos coliformes, que são um grupo de bactérias amplamente utilizados para detecção de contaminação da água. Além dos microrganismos, a água pode estar também sendo contaminada por agentes químicos como metais pesados e sais, dentre estes, o nitrato que, segundo estudos, está relacionado a casos de metaemoglobinemia. (CONWAY PRETTY, 1991, apud ALTIERI, 2009).

Conforme Simioni (2002), os recursos hídricos podem ser contaminados através dos escoamentos de dejetos oriundos de fertilizantes utilizados na agricultura. Outra forma de contaminação é por meio de esgotos, como as fossas ou valas sépticas

que são construídas de maneira imprópria, principalmente no interior dos municípios. Estas fossas ou valas sépticas podem estar entrando em contato com o lençol subterrâneo e contaminado através dos dejetos nela depositados.

Os riscos à saúde que a poluição ou contaminação hídrica ocasionam trazem a necessidade de estudos, quanto à qualidade da água que se consome, principalmente na forma de abastecimento de água por meio de poços sedimentados como manancial de abastecimento urbano. Esta forma de abastecimento se dá principalmente na área rural devido à logística e distância que dificultam o abastecimento por meio das estações de tratamento de água, que é o meio mais apropriado.

O uso de poços sedimentados como manancial de abastecimento representa um grande risco à saúde humana. Sabendo-se que a forma de abastecimento humano mais comumente utilizado no meio rural são os poços sedimentados, se faz necessário estudos da qualidade destas águas para obtenção de conhecimentos sobre a situação desta forma de abastecimento, contribuindo assim para a diminuição da ocorrência de doenças e patologias de transmissão hídrica.

O Presente estudo tem por objetivo avaliar a qualidade microbiológica e físico-química da água proveniente de poços sedimentados na zona rural do município de São Miguel do Iguaçu, Paraná.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Locais de coleta

Este estudo foi realizado na cidade de São Miguel do Iguaçu, Paraná, na zona rural do município, em três diferentes comunidades (A, B e C) com as respectivas coordenadas geográficas: 25°22'29.58" S, 54°16'20.29" O – na comunidade A; 25°18'50.59" S , 54°12'20.48" O – na comunidade B; e na comunidade C, 25°,22'22.65" S, 54°14 24.07" O.

Na Comunidade A, 50 famílias são abastecidas pela água do poço sedimentado, enquanto que nas comunidades B e C, são abastecidas, respectivamente 30 e 21 famílias.

As amostras de água foram coletadas em duas diferentes épocas do ano, uma no início do inverno, no mês de junho, e outra no início da primavera, no mês de setembro de 2017.

Foram coletadas amostras em dois diferentes pontos em cada comunidade rural, sendo que um dos pontos se localizava o mais próximo possível do poço ou da caixa d'água do poço sedimentado (Ponto 1), e o outro, sendo o ponto de abastecimento mais distante possível (Ponto 2).

Nas três comunidades amostradas, o uso e a ocupação do solo se dá por meio de cultivo de soja e milho, sendo que estas atividades ocorrem principalmente

nas comunidades A e C, além da produção leiteira, produção de frango de corte, e suinocultura em todas as comunidades. O uso e ocupação do solo se dá na comunidade A e C através do cultivo de grãos, soja e milho, e na comunidade B a criação de gado leiteiro e de corte.

2.2 Amostras Microbiológicas

2.2.1 Coleta das Amostras de Água

As análises microbiológicas e físico químicas foram realizadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) .

Seguindo a metodologia de amostragem designada pelo Ministério da Saúde (2013), as coletas para análise microbiológica foram realizadas em frascos de vidro estéreis, e por sua vez, para análise físico-química foram utilizados frascos de plástico nunca usados. (MS N.º 518/2004).

No momento da coleta, obteve-se todos os cuidados de limpeza e desinfecção, por meio da utilização de álcool 70% nas torneiras ou mangueiras utilizadas para a coleta da água, e conforme o material da torneira, a realização da flambagem.

As amostras foram alocadas em uma caixa térmica com gelo logo após a coleta, e já na Universidade estas foram armazenadas na geladeira, foram retiradas apenas no momento do uso destas nas análises.

2.2.2 Teste Presuntivo para Coliformes Totais e Termotolerantes

Conforme Silva (2001) adotou-se uma bateria com 15 tubos de ensaio distribuídos de forma igual, contendo o meio de cultura, caldo lauril sulfato triptose (LST). Nos primeiros cinco tubos inoculou-se com pipeta esterilizada, 10 mL da amostra de água a ser examinada, em cada tubo (Diluição 1:1).

Nos dez tubos restantes inoculou-se nos cinco primeiros 1 mL da amostra (Diluição 1:10) e nos cinco últimos tubos, inoculou-se 0,1 mL da amostra, em cada tubo (Diluição 1:100). Após inocular misturou-se bem o caldo com a água e incubou-se a $35 \pm 0,5^\circ \text{C}$ durante 24 a 48 horas.

Após às 24/48 horas, aqueles que apresentaram formação de gás dentro do tubo de Duran, considerou-se que o teste presuntivo foi positivo. Com o resultado positivo, realizou-se o teste confirmativo nos tubos que apresentaram formação de gás no teste presuntivo. Nos tubos que não apresentaram formação de gás durante o período de incubação, o exame terminou nessa fase, e o teste foi considerado negativo. (SILVA et al., 2007).

2.2.3 Teste Confirmativo para Coliformes Totais

Seguindo a metodologia de Silva (2003), através dos tubos do teste presuntivo

que deram positivos (formação de gás) nas 3 diluições 1:1; 1:10 e 1:100. Obteve-se igual o número de tubos, com o meio de cultura Bile Verde Brilhante a 2%. Com a alça de platina, retirou-se de cada tubo positivo uma pequena porção de amostra e inoculou-se no tubo com o meio verde brilhante, procedimento este denominada repicagem.

Após identificação dos tubos incubou-se durante 24/48 horas a $35 \pm 0,5$ °C. Após o período de 24/48 horas, os tubos em que houveram a formação de gás dentro do tubo de Duran, o teste foi considerado positivo. Já nos tubos que não formaram gás, o teste foi considerado negativo. (SILVA et al., 2007).

Através dos tubos positivos, se possibilitou a determinação do número mais provável, utilizando-se a tabela do Número Mais Provável (NMP). (SILVA et al., 2001).

2.2.4 Teste Confirmativo para Coliformes Termotolerantes

Mediante a metodologia de Silva (2001) utilizou-se os tubos do teste presuntivo que apresentaram resultado positivos (formação de gás), nas três diluições (1:1; 1:10 e 1:100). Transferiu-se, com auxílio da alça de platina flambada e fria, uma pequena porção para os tubos de ensaio, contendo o caldo *Escherichia coli* (E.C).

Posteriormente, misturou-se e incubou-se a $44,5 \pm 0,2$ °C durante 24 ± 2 horas. Após 24 horas os tubos que apresentaram a formação de gás indicaram a presença de coliformes termotolerantes (Figura 5). Após a conclusão das etapas, calculou-se o NMP, para identificação ou não de *Escherichia coli*. (SILVA et al., 2001).

Na figura 5 se demonstra os tubos com resultado positivo para a análise confirmativa para coliformes termotolerantes *Escherichia coli*.

2.3 Análises físico-química da água

2.3.1 Cor

Através da metodologia de espectrofotometria, que consiste em uma medida de luz que é absorvida ou emitida por uma espécie química, metodologia está aplicada através do aparelho espectrofotômetro.

Sendo assim através do aparelho espectrofotômetro, da marca HACK científica, modelo DR 2800, aferiu-se a cor nas amostras de água de cada ponto, sendo o aparelho primeiramente calibrado e posteriormente analisado uma amostra de cada vez, sendo a cubeta limpa no intervalo da medição de cada ponto. Após cada análise, os resultados obtidos foram anotados.

2.3.2 Condutividade Elétrica

Para a medição da condutividade elétrica de uma amostra, se utiliza o aparelho condutivímetro, que se baseia através da intensidade da corrente elétrica que circula

entre os eletrodos localizados nas células de medição. (EMBRAPA, 2011).

Sendo assim, aferiu-se a condutividade das amostras a partir do aparelho denominado condutivímetro da marca HANNA, modelo HL 2300 EC/TDS/NaCl meter, sendo este aparelho primeiramente calibrado, e posteriormente analisado uma amostra, correspondente a cada ponto de coleta, sendo no intervalo de cada medição, o aparelho limpo com água destilada e deionizada. Após as medições os resultados foram anotados.

2.3.3 pH

Através do método potenciométrico se analisou o pH das amostras, sendo este o mais preciso e recomendado para análises de água, o aparelho utilizado consiste em um eletrodo de referência, um eletrodo indicador e um dispositivo de medida potencial. (EMBRAPA, 2011).

Sendo assim, imediatamente após a coleta das amostras, em todos os pontos, através do aparelho denominado peagametro da marca HANNA pH 21, modelo pH/mv meter, e através do método potenciométrico aferiu-se o pH (potencial hidrogeniônico), das amostras coletadas, onde primeiramente utilizou-se as soluções padrão, com pH 4 e 7, para calibrar o peagametro, e posteriormente se aferiu o pH de cada amostra, limpando com água destilada os eletrodos após a medição de cada ponto, após cada medição os resultados obtidos foram anotados.

2.3.4 Temperatura

No momento da coleta de cada amostra, em cada ponto de coleta aferiu-se no próprio local a temperatura natural da água, por meio do uso do aparelho denominado termômetro digital, após a medição da temperatura os resultados obtidos foram devidamente anotados.

2.3.5 Nitrato

Utilizou-se o espectrofotômetro da marca Perkin Elmer, modelo Lambda XLS, para analisar a quantidade de íons de nitrato nas amostras de água coletadas, através da metodologia de determinação de nitrato na região do ultravioleta a 205 nm (nanômetro) (AMERICAN, 1995 apud LUTZ, 2008).

Primeiramente preparou-se a curva de calibração utilizando uma solução estoque de nitrato de potássio em $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, nas alíquotas, 1,2,3,4,5,6 e 7 mL em cada alíquota 1 mL de ácido clorídrico a 1 mol. As medidas de absorvância foram plotadas em função das diferentes alíquotas e através do ajuste linear foi obtida uma equação de reta para determinação das concentrações de nitrato nas amostras de água. (AMERICAN, 1995 apud LUTZ, 2008).

Cada 99 mL da amostra de cada ponto de coleta foi transferida para balões volumétricos de 100 mL, sendo cada ponto etiquetado em seu respectivo balão, e adicionou-se 1 mL de ácido clorídrico em cada balão volumétrico, logo após cada amostra passou por leitura no espectrofotômetro, sendo ainda cada uma destas diluídas em 33% com água ultrapura para que as leituras das amostras estivessem na faixa calibrada.

A diluição se deu através de uma proveta de 50 ml, onde transferiu-se 5 ml da amostra a ser analisada e a completou com 10 ml de água ultrapura, agitou-se e a transferi-o para a cubeta de quartzo, e realizou-se a leitura da absorbância. No intervalo de cada amostra se lavou a cubeta com água ultrapura, e após cada análise se anotou o resultado. (AMERICAN, 1995 apud LUTZ, 2008).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises Microbiológicas

3.1.1 Coliformes Totais

A tabela 2 aponta os resultados das análises para Coliformes Totais realizados nas comunidades rurais no interior do Município de São Miguel do Iguazu- PR.

Comunidades	1ª Coleta		2ª Coleta	
	Limite Inferior-Superior	Índice de NMP	Limite Inferior-Superior	Índice de NMP
Comunidade A1	3 – 25	9	–	1.600
Comunidade A2	3 – 25	9	–	1.600
Comunidade B1	1 – 17	4	200 – 2.000	1.600
Comunidade B2	1 – 17	4	600 – 5.300	500
Comunidade C1	16 – 65	26	600 – 5.300	1.600
Comunidade C2	1 – 7	4	200 – 2.000	500

Tabela 1 – Índice de NMP para Coliformes Totais em águas de poços sedimentados de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguazu-PR

Fonte: Autoria Própria (2017).

Nota: *NMP: Número Mais Provável.

Comunidade 1: ponto mais próximo do poço artesiano.

Comunidade 2: ponto mais longe do poço.

Resultando os pontos, A1, A2, B1, B2, C1 e C2.

Na primeira coleta foram obtidos resultados positivos para coliformes para

todas as comunidades analisadas, estando, não-conforme com a Portaria N05/2017 do Ministério da Saúde que determina a ausência de coliformes totais em 100 mL de água.

Na segunda coleta, também foram encontrados resultados positivos para todas as comunidades analisadas com os respectivos índices NMPs 1600,1600, 500, 1600,1600, 500.

Destaca-se que todas as águas analisadas são provenientes de poços sedimentados, que segundo informações coletadas com os moradores das comunidades, não recebem tratamento químico (cloração) o que pode justificar o resultado positivo para coliformes totais. A presença de coliformes totais indica que a água dessas localidades estão em contato com matéria orgânica, sendo o ideal neste caso a aplicação diária de cloro.

O contato de matéria orgânica com os poços analisados na pesquisa, pode ocorrer devido ao contato desses poços com fossas sépticas, de origem doméstica e animal onde constata-se atividades de suinocultura e avicultura.

A contaminação constatada também se dá por meio da lixiviação na qual as águas das chuvas arrastam consigo matéria orgânica, oriunda de dejetos animais, como pela criação de gado de pasto e criação leiteira, possível precursora da contaminação nas águas analisadas, já que se constata a atividade em ambas as comunidades cuja a água foi analisada.

Aponta-se também nos dados obtidos das análises, que os valores encontrados em ambas as coletas, onde o índice de contaminação em todas as comunidades teve uma elevação da primeira para a segunda coleta. Este fato se deve, por conta de fatores climáticos, já que as primeiras coletas foram realizadas no período do inverno, um período marcado pelo baixo índice pluviométrico e também devido às temperaturas das águas coletadas terem valor mínimo de 16,7 °C, e máximo de 18,5 °C.

Em contrapartida, no início da primavera, estação marcada por grandes índices pluviométrico, as temperaturas das águas analisadas se encontravam mais altas, com mínima de 22,8 °C e máxima encontrada de 24,1 °C. Segundo Pelczar(1996) a temperatura das espécies cardinais pode variar conforme o seu ciclo de vida, podendo esta afetar seu desenvolvimento e reprodução.

Na tabela a seguir (Tabela 3) encontram-se os dados pluviométricos na região no ano da pesquisa.

Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
243,9	241,4	86,2	9,1	156,3	40,5	478,3

Tabela 2 – Dados pluviométricos (mm) na região de Medianeira-PR, do mês de abril a setembro de 2017.

Fonte: Autoria própria (2017).

Conclui-se que a ação das chuvas através da lixiviação são os precursores do aumento do índice de coliformes totais na segunda coleta, devido as diferenças entre os índices pluviométricos dos meses de julho e outubro, meses estes de um grande diferencial pluviométrico e sendo os meses mais próximos as datas da primeira e segunda coleta.

Ressalta-se também que a influência da temperatura externa, não é um fator esperado e determinante na análise de águas subterrâneas, devido à localização das águas subterrâneas e estas não estarem em contato com o ambiente externo, sendo assim a diferença de temperatura de uma coleta para a outra ocorreu pelo fato das águas analisadas passarem por um reservatório, ou seja, a caixa d'água do próprio poço, e este sim sofrer influência de temperaturas externas.

3.1.2 Coliformes Termotolerantes

Os resultados para confirmação de coliformes termotolerantes em águas provenientes de poços sedimentados no interior do município de São Miguel do Iguçu-PR são apresentados na Tabela 4.

Comunidades	1ª coleta		2ª coleta	
	1ª Coleta		2ª Coleta	
	Limite Inferior-Superior	Índice de NMP	Limite Inferior-Superior	Índice de NMP
Comunidade A1	3 – 25	9	–	1.600
Comunidade A2	3 – 25	9	–	1.600
Comunidade B1	1 – 17	4	200 – 2.000	1.600
Comunidade B2	1 – 17	4	600 – 5.300	500
Comunidade C1	16 – 65	26	600 – 5.300	1.600
Comunidade C2	1 – 7	4	200 – 2.000	500

Tabela 3 – Índice de NMP para termotolerantes em águas subterrâneas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguçu-PR.

Fonte: Aatoria Própria (2017).

Nota: *NMP: Número Mais Provável.

Comunidade 1: ponto mais próximo do poço artesiano.

Comunidade 2: ponto mais longe do poço.

Resultando os pontos, A1, A2, B1, B2, C1 e C2.

As primeiras análises apresentaram resultados negativos para a presença de coliformes termotolerantes em todas as comunidades, estando portanto, de acordo com a legislação N05/2017 do Ministério da Saúde. Por sua vez, a segunda coleta

apresentou contaminação por coliformes termotolerantes em todas as comunidades analisadas.

A presença de contaminação na segunda coleta, aponta para a interação dos poços sedimentados com material fecal, que é possivelmente oriunda de dejetos humanos e animais. Um fator determinante para a presença de contaminação apenas na segunda coleta, são as condições climáticas, pois a primeira coleta foi realizada em um período de estiagem no fim do mês de junho onde o índice pluviométrico foi de 86,2 segundo a tabela de estiagem, o índice pluviométrico está estritamente relacionado com a lixiviação, fenômeno que arrasta consigo matéria orgânica e dejetos para rios e áreas de recarga dos lençóis subterrâneos.

Cappi et al. (2006) em seu estudo sobre a influência do uso e ocupação do solo na qualidade química e biológica em águas de poços, no município de Mato Grosso do Sul-MT, também encontrou elevados NMPs em coletas realizadas em períodos chuvosos.

3.1.3 *Escherichia coli*

Os resultados para confirmação de *E. coli* em água proveniente de poços sedimentados no interior do município de São Miguel do Iguçu-PR, são apresentados na Tabela 5.

Comunidades	1ª Coleta		2ª coleta	
	Limite Inferior-Superior	Índice de NMP	Limite Inferior-Superior	Índice de NMP
Comunidade A1	–	Ausente	3 – 24	8
Comunidade A2	–	Ausente	7 – 46	17
Comunidade B1	–	Ausente	6 – 35	14
Comunidade B2	–	Ausente	6 – 35	14
Comunidade C1	–	Ausente	–	Ausente
Comunidade C2	–	Ausente	9 – 55	21

Tabela 4 – Índice de NMP para *Escherichia coli* em águas subterrâneas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguçu-PR.

Fonte: Autoria Própria (2017).

Nota: *NMP: Número Mais Provável

Comunidade 1: ponto mais próximo do poço artesiano.

Comunidade 2: ponto mais longe do poço.

Resultando os pontos, A1, A2, B1, B2, C1 e C2.

Seguindo a tendência da análise de coliformes termotolerantes, as análises

de *Escherichia coli* demonstraram ausência em todas as comunidades analisadas na primeira coleta de acordo com a legislação N05/2017 que prevê ausência.

Na segunda coleta todas as comunidades analisadas, com exceção da comunidade C1, apresentaram contaminação por *Escherichia coli*, com índices de A1,8; A2,17; B1,14; B2,14; C1,0; e C2,21 por 100 mL, estando assim as águas dos poços das comunidades A e B contaminadas, e não potáveis.

As contaminações nas demais comunidades indicam a interação das águas subterrâneas com dejetos de origem intestinal humana e de outros animais de sangue quente, o que torna esta água inadequada para o consumo humano, por não estar de acordo com os padrões de potabilidade, sendo o seu consumo devido à presença de *E coli*, um fator de risco à saúde de seus consumidores.

Os resultados nas comunidades A e B na segunda coleta se justificam pelo fenômeno da lixiviação, fenômeno que ocasionou o contato de dejetos humanos e animais com os lençóis subterrâneos presentes nestas comunidades, acompanham assim os resultados obtidos nas análises de coliformes totais e termotolerantes mencionados, com a água destas comunidades impróprias para o consumo.

A contaminação por matéria orgânica de origem fecal animal e humana é resultado direto de ações antropogênicas que ocorre principalmente pelo fato dos poços das três comunidades não passarem por um tratamento químico de desinfecção com a adição de cloro diário.

Segundo FUNASA (2014), a desinfecção é importante, pois desativa microrganismos patogênicos que podem estar presentes na água para o consumo, como os encontrados nas águas analisadas, que coloca os moradores dessas localidades em contato com microrganismos perigosos à sua saúde, e sugere-se o tratamento químico diário da água destas localidades.

A própria Funasa (2014) desenvolveu um aparelho de aplicação de cloro simplificado, que pode ser utilizada nas comunidades do estudo, o aparelho consiste em um modelo parecido aos cloradores de pastilha, não exige instalação elétrica e pode ser construído através de material hidráulico.

3.2 Análises físico-químicas

3.2.1 Cor

Na tabela 6 estão apresentados os dados obtidos referentes ao parâmetro de cor nas comunidades analisadas.

Comunidade	1ª coleta			2ª coleta		
	Pontos	1	2	2914/11	1	2
Comunidade A	ND	ND	15	4	1	15
Comunidade B	ND	ND	15	3	ND	15
Comunidade C	5,5	6	15	1	6	15

Tabela 5 – Índice físico-químico para o parâmetro de cor (UC), em águas subterrâneas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguazu-PR.

Fonte: Autoria própria (2017).

Notas: *ND: não detectada.

*UC: unidade de cor.

Nesta pesquisa o índice de cor na primeira coleta apontou valores muito baixos, e por isso não detectáveis, os valores pelo aparelho espectrofotômetro nos pontos A1, A2, B1 e B2; e apresentando valores de 5,5 na comunidade C1 e 6 na comunidade C2.

A cor está relacionada à presença de matéria orgânica e é um padrão indesejável para águas de consumo humano. Os dados obtidos na primeira análise, para as comunidades A1, A2, B1 e B2 seguem ao que se é esperado para as águas subterrâneas, que é a baixa concentração de cor, devido à sua localização abaixo do subsolo. As comunidades C1 e C2 também apresentaram valores dentro do permitido pela normativa que é de até 15 UC.

Já na segunda coleta as comunidades apresentaram valores de cor 4, 1, 3, nos pontos A1, A2, e B1, respectivamente, tendo o ponto B2 apresentado valores não detectáveis pelo espectrofotômetro e os pontos C1 e C2 apresentado valores de 1 e 6, respectivamente. A Portaria 2914/11 estipula como parâmetro de cor o valor de 15 UC/VMP por VMP, estando assim todas as comunidades analisadas em ambos os períodos de coleta, em conformidade com a legislação.

3.2.2 Condutividade Elétrica

Na tabela 7, apresentam-se os resultados obtidos para as análises de condutividade elétrica.

Comunidade	1ª coleta (antes)		2ª coleta (depois)		
	Pontos	1	2	1	2
Comunidade A		213,5	210,6	116,2	120,4
Comunidade B		280,8	278,4	193,1	189,8
Comunidade C		186,1	185,9	125,3	111,7

Tabela 6 – Índice físico químico para condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) em águas subterrâneas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguazu-PR.

Na primeira coleta os dados referentes à condutividade se apresentaram nos pontos coletados $213 \mu\text{S cm}^{-1}$, $210 \mu\text{S cm}^{-1}$, $280,8 \mu\text{S cm}^{-1}$, $278,4 \mu\text{S cm}^{-1}$, $186,1 \mu\text{S cm}^{-1}$, $185,9 \mu\text{S cm}^{-1}$ nos pontos A1, A2, B1, B2, C1e C2, respectivamente. Já na segunda coleta os valores se deram por $116,2 \mu\text{S cm}^{-1}$; $120,4 \mu\text{S cm}^{-1}$; $193,1 \mu\text{S cm}^{-1}$; $189,8 \mu\text{S cm}^{-1}$; $125,3 \mu\text{S cm}^{-1}$; e $111,7 \mu\text{S cm}^{-1}$ nos pontos A1, A2, B1, B2, C1e C2, respectivamente.

Se observa a diminuição da condutividade elétrica em todos os pontos da primeira para a segunda coleta, o que representa a diminuição da presença de íons em todos os poços analisados na pesquisa, que se explica pela provável diminuição de sais de uma coleta para a outra nas águas analisadas, já que a condutividade elétrica na água se dá através da presença de íons positivos e negativos denominados cátions e ânions.

A diminuição de sais provavelmente é resultado dos impactos da agricultura nas águas subterrâneas, já que a primeira análise foi realizada em época de véspera de colheita do milho, no final do mês de junho, o que representa a poluição difusa dessas águas pela adição de fertilizantes a base de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), em um período anterior à coleta, transcorrido o tempo suficiente para seu armazenamento no lençol subterrâneo.

A segunda análise foi realizada em período de preparação do solo para a plantação da soja, no início da primavera, não tendo a aplicação de fertilizantes no solo, que não atingiu o lençol subterrâneo destas comunidades, como na primeira coleta, responsável pela diminuição da condutividade elétrica da primeira para segunda coleta. Outro fator que pode ter contribuído é o aumento do período chuvoso e com ela a lixiviação, pois um maior volume de água no reservatório subterrâneo pode ter diminuído a concentração de íons por cm^2 .

3.2.3 pH

Na tabela 8 estão apresentados os dados obtidos referentes ao pH.

Comunidade	1ª coleta			2ª coleta			
	Pontos	1	2	2914/11	1	2	2914/11
Comunidade A		6,93	6,93	6 - 9,5	8,00	7,96	6 - 9,5
Comunidade B		6,79	6,71	6 - 9,5	7,84	7,78	6 - 9,5
Comunidade C		6,80	6,79	6 - 9,5	7,98	7,79	6 - 9,5

Tabela 7 – Índice físico químico para pH, em águas subterrâneas de comunidades do interior

Nas primeiras coletas se apresentam nos pontos analisados pH de 6,93; 6,93; 6,79; 6,71; 6,80; e 6,79 nos pontos A1, A2, B1, B2, C1 e C2 respectivamente, a segunda coleta os valores obtidos foram 8; 7,96; 7,84; 7,78; 7,98 e 7,79, nos pontos A1, A2, 1, B2, C1 e C2 respectivamente, segundo a Portaria 2914/11 recomenda se valores de pH de 6 a 9,5, e assim está em todos os pontos analisados em ambas as coletas, dentro da faixa estipulada pela portaria.

Apesar de se atender a legislação, o aumento do pH da primeira para a segunda coleta em todos os pontos analisados, todos eles estão próximos de 8 na segunda coleta, se explica também como na condutividade, devido aos impactos causados pela agricultura, já que na segunda coleta se observou a presença de calcário para a preparação do solo na vegetação circundante aos poços analisados.

A adição de calcário no solo ocorre para a correção de um pH baixo, ou seja, ácido, e é muito comum no intervalo de uma colheita para outra, devido ao plantio direto no solo que causa a acidificação do mesmo, tendo o aumento do pH das águas analisadas na pesquisa sido resultado da adição de calcário no solo. Este por sua vez entrou em contato com os lençóis subterrâneos, fato este ocorrido em todas as comunidades analisadas, que se comprova com o aumento do pH em todos os pontos.

O aumento do pH de uma coleta para outra também reforça os resultados microbiológicos, onde houve o aumento da contaminação em praticamente todas as comunidades da primeira para segunda coleta, devido ao fato de o ambiente com um pH maior, como o encontrado na segunda coleta, ser mais propício para o desenvolvimento bacteriológico.

3.2.4 Temperatura

A tabela 9 apresenta os dados para temperatura das águas analisadas, medidas durante a coleta das amostras de água.

Comunidade	1ª coleta (antes)			2ª coleta (depois)			
	Ponto	1	2	Portaria 2914/11	1	2	Portaria 2914/11
Comunidade A		16,7	17	25	23,1	22,8	25
Comunidade B		16,7	17,8	25	24,1	24	25
Comunidade C		18,5	17,1	25	23,5	23,5	25

Tabela 8 – Índice físico-químico para temperatura (°C), em águas subterrâneas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguaçu-PR.

Fonte: Aatoria própria (2017).

Na primeira coleta, as temperaturas dos pontos se deram por: 16,7°C; 17°C; 16,7°C; 17,8°C; 18,5°C; 17,1°C, nos pontos A1, A2, B1, B2, C1 e C2 respectivamente, e na segunda coleta em: 23,1 °C; 22,8 °C; 24,1°C; 24 °C; 24,1°C; 24,1°C, a portaria 2914/11 não prevê limites para a temperatura da água, porém adota como temperatura padrão em torno de 25 °C.

Observa-se o aumento da temperatura da primeira para a segunda coleta, fator este ocasionado pela mudança de estação, já que a primeira análise foi realizada no início do inverno, e a segunda análise no início da primavera, porém se ressalta que a mudança de temperatura, como a apresentada, não deve interferir muito na temperatura das águas dos poços sedimentados, devido à localização destas águas logo abaixo do subsolo, não tendo assim estas águas contato com o clima atmosférico.

O aumento da temperatura dos poços encontrados neste estudo ocorreu devido à interferência da temperatura atmosférica, que se dá através da água dos poços analisados passarem por um reservatório de armazenamento (caixa d'água do poço), possível interferência pela temperatura atmosférica ambiental, como visto em todas as comunidades.

3.2.5 Nitrato

Na tabela 10 os dados obtidos quanto às concentrações encontradas de íon nitrato nas águas analisadas.

Comunidade	1ª coleta			2ª coleta			
	Pontos	1	2	Portaria N05/2017	1	2	Portaria N05/2017
Comunidade A		20	20	10	8,6	14	10
Comunidade B		18	19	10	16,4	14,8	10
Comunidade C		16,9	16,6	10	6,9	6,6	10

Tabela 9 - Concentração de nitrato (mg L⁻¹), em águas subterrâneas de comunidades do interior do município de São Miguel do Iguazu-PR.

Fonte: A autoria própria (2017).

As águas coletadas dos poços das comunidades apresentaram valores de nitrato na primeira coleta de 20; 20; 18; 19; 16,9; e 16,6 mg L⁻¹ nas comunidades A próximo e distante, comunidade B próximo e distante e C próximo e distante respectivamente, e na segunda coleta valores de 8,6; 14; 16,4; 14,8; 6,9 e 6,6 mg L⁻¹ respectivamente. A Portaria N05/2017 estipula como padrão do índice de nitrato valores de até 10 mg L⁻¹, assim todas as comunidades analisadas na primeira e na segunda coleta com exceção dos pontos A próximo, C próximo e distante, não-

conforme a legislação.

Se ressalta o fato da comunidade A na segunda coleta ter apresentado uma variação do ponto A1 de 8,6 mg L⁻¹ (próximo ao ponto distante), para o ponto A2 de 14 mg L⁻¹ (o ponto mais distante do poço), o que sinaliza a possibilidade de ter ocorrido alguma perda da amostra durante o procedimento de preparo, ou ainda que uma parte do nitrato encontrado no ponto A distante na segunda coleta deriva da decomposição da matéria orgânica no decorrer da tubulação, já que o íon nitrato é produto resultante dessa decomposição e que se apresentou mais elevado no ponto mais longe do poço.

A grande quantidade de íon nitrato apresentado na seguinte pesquisa é principalmente proveniente da poluição difusa, onde se destaca os impactos da agricultura sobre as águas subterrâneas, principalmente devido à aplicação de adubação por meio de câmaras de aviários, prática esta, muito comum nas comunidades analisadas, pois sabe-se que o adubo oriundo das câmaras de aviário é rico em presença de amônia, que por sua vez quando na natureza se transforma em nitrato. Outra origem da presença de nitrato obtida na pesquisa é por meio do uso de fertilizantes no solo em épocas de cultivo de culturas.

A aplicação de fertilizantes sintéticos assim como também por meio do adubo oriundo das câmaras de aviário se reforça pela elevada diminuição da concentração de nitrato da primeira para a segunda coleta, onde a primeira coleta foi realizada em um período de véspera de colheita do milho na região da pesquisa, período este em que já haviam sido aplicados fertilizantes a base de nitrogênio, fósforo e potássio, e o adubo orgânico da câmara de aviário, tendo transcorrido o tempo necessário para o seu contato com os poços das comunidades, fato este, que não se repetiu na segunda coleta, que foi realizada em um período que os agricultores faziam a preparação do solo para a plantação da soja.

Assim, apenas a primeira coleta teve o tempo necessário para que ocorresse o contato destes nutrientes em excesso com as águas subterrâneas, e ocasionando assim a elevação da concentração deste íon. Esta hipótese se reforça também pelos resultados da condutividade e pH, que seguiram a mesma tendência do nitrato, demonstrado a forte influência dos impactos da aplicação dos fertilizantes e derivados da agricultura nos resultados obtidos na pesquisa.

Porém, deve-se ressaltar que a presença de nitrato também é produto direto da decomposição da matéria orgânica, e pode indicar contaminação bacteriológica antiga ao período das análises, sendo este fato possível responsável pelo elevado índice de nitrato encontrado na primeira coleta, em ambas as comunidades.

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que as águas analisadas nas três comunidades estão impróprias para o consumo humano, segundo os parâmetros da resolução do Ministério da

Saúde, N05/2017 , mediante os indicadores microbiológicos, coliformes totais e termotolerantes e físico-químico.

Portanto, é indicado a remediação desta constatação e, imediatamente o início de tratamento químico através da cloração destas águas de forma diária, além de mais estudos minuciosos sobre os impactos causados pela agricultura, principalmente da prática comum de adição em excesso de fertilizantes e pesticidas aplicados na região da pesquisa.

Por fim, se atesta a vulnerabilidade das águas subterrâneas frente às atividades humanas, assim como também aos riscos à saúde que os moradores destas localidades estão expostos pela ingestão de água contaminada.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Água: Fatos e tendências. 2009. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

ALTIERI, Miguel. **Bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012, p.34.

CAPPI, Nanci; CARVALHO, Elisangela M. de.; PINTO, André L. Influência do uso e ocupação do solo nas características químicas e biológicas em águas de poços da bacia do córrego fundo, Aquidauana, MS. **Anais... 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Campo Grande, Brasil, 2006. Disponível em:<<http://mtcm16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm17@80/2006/12.11.13.29/doc/p29.pdf> >. Acesso em: 25 out. 2017.

EMBRAPA FLORESTAS. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química**. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43042/1/Doc219.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de cloração de água em pequenas comunidades utilizando o clorador simplificado desenvolvido pela Funasa**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., 1ª ed. digital. 2008. Disponível em: <www.ial.sp.gov.br/resources/editounplace/ial/2016-3-19/analisedealimentosial-2008.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Orientações técnicas para coleta, condicionamento e transporte de amostras de água para consumo humano**. Brasília, abril de 2013. Disponível em:< <http://portal.arquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/julho/24/Proceds-e-progr-de-coleta-de---gua.pdf>>. Acesso em: 30 de jul. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº. 2914/2011**. Disponível em: <www.sabesp.com.br/site/uploads/files/asabesp_doctos/portariaMS291412122011.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2017.

MINISTERIO DA SAÚDE. **Portaria MS N.º 518/2004**. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

MINISTERIO DA SAÚDE. **Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Disponível em: < <http://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida---o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

PELCZAR, M.J., CHAN, E.C.S., KRIEG, N.R. Microbiologia. São Paulo: Makron Books, 1996. volumes 1 e 2.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 2. ed. São Paulo, 2001.

SILVA, Neusely da; JUNQUEIRA, Valéria C. A.; SILVEIRA, Neliane F. de A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3ª ed. São Paulo, 2007.

SILVA, R. C. A; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana-BA. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 2003.

SIMIONI, J.; COMIM, J. J.; SEGANFREDO, M. A.; INGANG, R. **XII Congresso Brasileiro de águas subterrâneas**, 2002.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação antrópica 131, 139, 161, 165
Acompanhamento 1, 2, 3, 6, 14, 15, 70, 133, 291, 294, 295, 335, 391
Adensamento por gravidade 92, 93, 94, 95, 99, 100, 103, 104
Água clarificada 92, 93, 94, 96, 97, 99, 100, 102, 103, 127, 128, 129, 182
Água pluvial 168, 172, 176, 247
Água salina 118, 119
Águas subterrâneas 50, 74, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 140, 386, 390
Água subterrânea 37, 383, 384, 390
Alagamento 168, 169, 170, 176, 177, 178, 179
Análise ambiental 141
Análise envoltória de dados 194, 196

B

Belém do Pará 29, 30, 31
Benchmarking métrico 194, 196
Blumenau 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

C

Carbono orgânico total 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 102, 365, 369, 370, 372, 373, 375
Coagulação 94, 98, 118, 119, 120, 121, 123, 127, 128, 129, 239, 363, 366, 369, 371, 372
Coliformes 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 90, 131, 135, 136, 138, 139, 246, 252, 288
Contaminação 55, 74, 75, 76, 81, 83, 84, 87, 89, 111, 232, 333, 334, 359
Crise hídrica 51, 52, 53, 54, 58, 59, 60

D

Desaguamento por centrifugação 92, 93, 94, 96, 100, 101, 102, 103, 104
Disponibilidade hídrica subterrânea 37, 39, 46, 48

E

Eficiência de operadoras 194
Enchentes 141, 146, 147, 150, 151, 152, 156, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 179

F

Floculação 94, 118, 119, 120, 121, 123, 125, 127, 128, 129

G

Geopolímero 180, 181, 183, 192

Geoprocessamento 141, 143, 153, 259, 261, 266, 330, 331

Gestão da demanda 51, 52, 56

Gestão da oferta 51, 52, 55, 56

J

Jica 156, 163, 164, 165, 167

L

Lodo de ETA 180, 192, 193

M

Microfiltração 118, 120, 122, 127, 128, 129

O

Obras de saneamento 25, 29

Osmose inversa 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 127, 128, 129

P

Parcerias público-privadas 61, 62, 65, 71, 72, 73

Parque Lagoas do Norte 131, 132, 134

Planejamento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 30, 52, 53, 64, 73, 117, 133, 141, 143, 152, 154, 166, 167, 195, 236, 241, 256, 302, 303, 305, 310, 355, 356, 361, 391

Planejamento regional 141, 356

Plano municipal de saneamento básico 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 27, 140

Potencial hídrico subterrâneo 37

PPP 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72

Projeção populacional 29, 30, 31, 33, 36

Projetos de saneamento 29, 31, 36

Q

Qualidade da água 76, 91, 103, 106, 118, 119, 120, 131, 133, 134, 135, 139, 140, 216, 264, 320, 327, 330, 335, 346, 349, 353, 355, 382, 383, 384, 387

R

Recursos hídricos 18, 20, 21, 25, 28, 37, 38, 41, 42, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 75, 106, 131, 132, 140, 141, 142, 152, 153, 162, 166, 167, 179, 181, 208, 218, 229, 254, 325, 327, 329, 330,

339, 340, 341, 350, 353, 355, 360, 361, 379, 382, 384, 385, 388, 389

Regulação 10, 19, 20, 22, 51, 59, 60, 63, 70, 72, 202, 313

Reserva ativa 37

Resíduos de ETA 92

Reúso 105, 106, 108, 111, 112, 116, 117, 218, 219, 220, 228, 229, 230, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389

Revisão 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 15, 27, 52, 54, 59, 60, 156, 162, 208, 311, 314, 362

S

Saneamento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 69, 70, 71, 72, 131, 133, 135, 140, 168, 179, 198, 208, 218, 221, 244, 311, 313, 314, 318, 321, 322, 323, 328, 330, 339, 340, 341, 350, 351, 358, 380

T

Teto jardim 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179

Torre de resfriamento 105, 108, 111, 112, 113

U

Ultrafiltração 105, 109, 110, 113, 114, 116, 120, 359

Urbano 76, 134, 143, 158, 160, 165, 166, 167, 168, 169, 179, 181, 339, 341, 350, 351, 353, 356, 381, 391

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-694-2



9 788572 476942