



EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

DANIEL SANT'ANA
(ORGANIZADOR)



EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

DANIEL SANT'ANA
(ORGANIZADOR)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

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
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Evolução do conhecimento científico na engenharia ambiental e sanitária

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Emely Guarez
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Daniel Sant'Ana

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E93 Evolução do conhecimento científico na engenharia ambiental e sanitária / Organizador Daniel Sant'Ana. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-477-1

DOI 10.22533/at.ed.771202610

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Sant'Ana, Daniel (Organizador). II. Título.

CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A coleção “*Evolução do Conhecimento Científico na Engenharia Ambiental e Sanitária*” tem como objetivo disseminar o estado atual do conhecimento das diferentes áreas das ciências ambientais e sanitárias, apresentando a evolução do campo científico por meio de diferentes tipos de trabalhos que abordam os aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais desta disciplina.

É de suma importância perceber que o constante crescimento populacional vem pressionando os recursos hídricos pela elevada demanda por água e poluição de corpos hídricos. Conseqüentemente, observa-se uma piora na qualidade da água e uma pressão nos sistemas de produção e distribuição de água potável.

Com isso em mente, os primeiros capítulos deste livro apresentam diferentes estudos que apresentam soluções capazes de otimizar os sistemas urbanos de abastecimento de água potável. Em seguida, os capítulos subsequentes abordam temas relacionados a modelagem e análise da qualidade de água de diferentes sistemas hídricos, indicando a necessidade de se investir em ações, projetos e políticas públicas voltadas a preservação ambiental e de recursos hídricos.

Políticas públicas e programas governamentais são instrumentos essenciais para preservação do meio ambiente, conservação de água e garantir saúde e bem-estar à sociedade. Como exemplo, os Planos de Preservação e Recuperação de Nascentes das Bacias Hidrográficas da Codevasf, apresentado no Capítulo 9.

Com o novo marco legal do saneamento básico (Lei nº 14.026/2020), não há como não demonstrar preocupação com o novo modelo de operação do setor de saneamento básico através de empresas públicas de capital aberto e de prestação direta por empresas privadas (Capítulo 10).

Com isso, torna-se crucial neste momento, o estabelecimento de parâmetros e indicadores para fiscalização do cumprimento das metas da universalização do saneamento básico. O Capítulo 11 apresenta proposições de mudança do SNIS para aumentar a qualidade e a confiabilidade dos dados registrados no novo sistema, o SINISA, uma ferramenta que poderá auxiliar nesta nova gestão do saneamento básico no Brasil.

Realmente, ainda há muito trabalho pela frente no que se diz respeito a universalização do saneamento básico no Brasil (Capítulo 12). Mesmo assim, podemos observar nos últimos capítulos que diferentes soluções para o tratamento de esgoto e de manejo de resíduos sólidos e do solo vêm sendo estudadas com o intuito de preservar o meio ambiente.

Este volume contou com a contribuição de pesquisadores de diferentes partes do país e da Espanha, trazendo, de forma interdisciplinar, um amplo espectro de trabalhos acadêmicos relativos à qualidade de água e preservação de recursos hídricos, abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e manejo de resíduos sólidos e do solo. Por fim, desejo que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS EN BANCO DE ENSAYOS. APLICACIÓN EN SIMULACIÓN DE LLENADO-VACIADO DE CONDUCCIONES

Paloma Arrué Burillo

Antonio Manuel Romero Sedó

Jorge García-Serra García

Vicent B. Espert Alemany

Román Ponz Carcelén

DOI 10.22533/at.ed.7712026101

CAPÍTULO 2..... 15

DESARROLLO DE UN SOPORTE DIGITAL COMO BASE DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTELIGENTE DE REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

José Pérez-Padillo

Pilar Montesinos Barrios

Emilio Camacho Poyato

Juan Antonio Rodríguez Díaz

Jorge Pérez Lucena

Jorge García Morillo

DOI 10.22533/at.ed.7712026102

CAPÍTULO 3..... 28

COMPARAÇÃO ENTRE MIGHA E AG PARA A CALIBRAÇÃO DO FATOR DE ATRITO

Alessandro de Araújo Bezerra

Renata Shirley de Andrade Araújo

Marco Aurélio Holanda de Castro

DOI 10.22533/at.ed.7712026103

CAPÍTULO 4..... 37

CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO HIDROLÓGICO PARA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAVEIRAS

Lucas de Bona Sartor

Taciana Furtado Ribeiro

Camila Caroline Branco

Mariáh de Souza

Lais Sartori

Bruna da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7712026104

CAPÍTULO 5..... 48

MODELAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA (MQUAL) APLICADA NO ESTUDO DE SISTEMAS HÍDRICOS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Jesuéte Bezerra Pachêco

José Carlos Martins Brandão

Carlos Henke de Oliveira

Carlos Hiroo Saito

DOI 10.22533/at.ed.7712026105

CAPÍTULO 6..... 67

ANÁLISE LITOLÓGICA E HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁREA ITAQUI – BACANGA, SÃO LUÍS, MARANHÃO: EVIDÊNCIA DA INTRUSÃO MARINHA

Flávia Rebelo Mochel

Luís Alfredo Lopes Soares *in memoriam*

Paulo Roberto Saraiva Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.7712026106

CAPÍTULO 7..... 86

ANÁLISE FITOPLANCTÔNICA DA BARRAGEM DO RIO MARANGUAPINHO E ANÁLISE HIDROLÓGICA DA BACIA METROPOLITANA DE FORTALEZA, CEARÁ

Paloma Paiva Santiago

Laiane Maria Costa Lima

Leticia Soares Sousa

Marina Andrade Costa

Leticia Penha de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.7712026107

CAPÍTULO 8..... 94

ANÁLISE DA QUALIDADE HÍDRICA DA LAGOA MIRIM E DO CANAL SÃO GONÇALO

Vitoria Rovel da Silveira

Gabriel Borges dos Santos

Marlon Heitor Kunst Valentini

Henrique Sanchez Franz

Victória Huch Duarte

Larissa Aldrighi da Silva

Denise dos Santos Vieira

Beatriz Muller Vieira

Diuliana Leandro

Willian Cezar Nadaleti

Bruno Müller Vieira

DOI 10.22533/at.ed.7712026108

CAPÍTULO 9..... 106

PLANOS NASCENTES: PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SÃO FRANCISCO, PARNAÍBA, ITAPECURU E MEARIM

Eduardo Jorge de Oliveira Motta

Camilo Cavalcante de Souza

Renan Loureiro Xavier Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.7712026109

CAPÍTULO 10..... 120

POLÍTICA DE SANEAMENTO BÁSICO NO CONTEXTO DO MARCO REGULATÓRIO EM SÃO LUÍS DO MARANHÃO, BRASIL

Marcos Antônio Silva do Nascimento

Antonio José de Araújo Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.77120261010

CAPÍTULO 11..... 135

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: DO SNIS AO SINISA

Marise Teles Condurú

José Almir Rodrigues Pereira

João Diego Alvarez Nylander

Rafaela Carvalho da Natividade

DOI 10.22533/at.ed.77120261011

CAPÍTULO 12..... 146

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE CARÊNCIA HABITACIONAL NA ZONA NORTE DE NATAL, METRÓPOLE BRASILEIRA

Ruan Henrique Barros Figueredo

Vinícius Navarro Varela Tinoco

Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes

Brenno Dayano Azevedo da Silveira

Almir Mariano de Sousa Junior

DOI 10.22533/at.ed.77120261012

CAPÍTULO 13..... 155

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE EFLUENTES TRATADOS ATRAVÉS DE MODELO DE FOSSA SÉPTICA COM FILTRO BIOLÓGICO

José Vicente Duque dos Santos

Edson Barboza Pires

Yuri Sotero Bomfim Fraga

DOI 10.22533/at.ed.77120261013

CAPÍTULO 14..... 167

IMPACTO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA GESTÃO E NA CONCEPÇÃO, PROJETOS, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS

Ana Ghislane Henriques Pereira van Elk

Maria Eugenia Gimenez Boscov

DOI 10.22533/at.ed.77120261014

CAPÍTULO 15..... 178

MONITORAMENTO E PREVISÃO DE RECALQUES A LONGO PRAZO USANDO MODELOS DE COMPRESSIBILIDADE: ESTUDO DE CASO

Ana Ghislane Henriques Pereira van Elk

Gabrielle Sthefanine Silva Azevedo

Leandro Rangel Corrêa

Elisabeth Ritter

DOI 10.22533/at.ed.77120261015

CAPÍTULO 16..... 189

UTILIZAÇÃO DE OZÔNIO COMBINADO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA O

TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

Jandira Leichtweis

Siara Silvestri

Nicolý Welter

Mariana Islongo Canabarro

Keila Fernanda Hedlund Ferrari

Elvis Carissimi

DOI 10.22533/at.ed.77120261016

CAPÍTULO 17..... 199

COEFICIENTE DE DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA EM ÁREAS DE *EUCALYPTUS UROPHYLLA* E *EUCALYPTUS CITRIODORA*

Winkler José Pinto

André Batista de Negreiros

DOI 10.22533/at.ed.77120261017

SOBRE O ORGANIZADOR..... 213

ÍNDICE REMISSIVO..... 214

CAPÍTULO 8

ANÁLISE DA QUALIDADE HÍDRICA DA LAGOA MIRIM E DO CANAL SÃO GONÇALO

Data de aceite: 01/10/2020

Vitoria Rovel da Silveira

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6277431187237682>

Gabriel Borges dos Santos

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8502930511377553>

Marlon Heitor Kunst Valentini

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6499660114940771>

Henrique Sanchez Franz

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0985124189064768>

Victória Huch Duarte

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1244963610234373>

Larissa Aldrighi da Silva

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1786513412610267>

Denise dos Santos Vieira

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5610803588208327>

Beatriz Muller Vieira

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7971506885058825>

Diuliana Leandro

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3076528365846421>

Willian Cezar Nadaleti

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4670559561277136>

Bruno Müller Vieira

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1885554662703620>

RESUMO: No Brasil, as principais ameaças a qualidade das águas vêm da falta de tratamento de esgotos e da poluição oriunda das indústrias e agriculturas. Assim, o monitoramento adequado da qualidade da água é uma ferramenta valiosa para o gerenciamento de recursos hídricos, ao qual ajuda a identificar fontes poluentes, assim como os riscos relacionados ao uso desses

recursos. Embasando-se nestas alegações, este trabalho tem por objetivo monitorar e analisar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água de dois corpos hídricos, o Canal São Gonçalo e a Lagoa Mirim, assim como verificar se os resultados obtidos estão dentro das condições e padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 para águas doces de classe 2. O trabalho encontrou na maioria das coletas, grande numero de parâmetros, como coliformes Termotolerantes e fosforo total, fora dos padrões estabelecidos para ambos corpos hídricos, o que indicou possível influencia na qualidade da água devido a lançamentos de esgotos domésticos e atividades agrícolas desenvolvidas ao entorno dos mesmos. Com isso, a fim de garantir maior preservação ambiental, é necessário investir em ações, projetos e políticas públicas voltadas a qualidade desses respectivos corpos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Hídricos, CONAMA, qualidade, poluição.

WATER QUALITY ANALYSIS OF MIRIM LAGOON AND SÃO GONÇALO CHANNEL

ABSTRACT: In Brazil, the main threats to water quality come from the lack of sewage treatment and pollution from industries and agriculture. Thus, adequate monitoring of water quality is a valuable appliance for the management of water resources, which helps to identify polluting sources, as well as the risks related to the use of these resources. Based on these claims, this work aims to monitor and analyze the physical, chemical and microbiological parameters of the water of two hydraulic bodies, São Gonçalo channel and Mirim lagoon, as well as to verify if the results obtained are within the conditions and standards water quality of standards established by CONAMA Resolution 357/05 for class 2 freshwater. The work found in most samples collections, a large number of parameters, such as thermotolerant coliforms and total phosphorus, outside the standards established for both water bodies, which indicated possible influence in water quality due to releases of domestic sewage and agricultural activities developed around them. Thus, in order to ensure greater environmental preservation, it is necessary to invest in actions, projects and public policies aimed at the quality of these respective water bodies.

KEYWORDS: Water Resources, CONAMA, quality, pollution.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um elemento de extrema importância para todos os seres vivos, e é um recurso abundante, estando presente em mais de 71% da superfície terrestre. Porém, em torno de 96,5% de toda a água presente no planeta está nos oceanos como água salgada, e apenas 3,5% é água doce (LEITE *et al.*, 2019). A água está sofrendo alterações que comprometem sua qualidade, como o lançamento de efluentes domésticos e industriais, de agrotóxicos e de rejeitos da agricultura e pecuária e também de outras atividades que causam danos diretos, ou indiretos, aos corpos hídricos, afetando suas propriedades (SILVA *et al.*, 2017). O esgoto sanitário e os resíduos sólidos despejados nos recursos hídricos proporcionam a poluição gradativa das águas, sendo considerado um dos principais problemas dos ambientes aquáticos no Brasil, por falta de redes coletoras de esgoto e tratamento ineficiente do efluente (SANTOS *et al.*, 2018). A rápida expansão do

desenvolvimento urbano e periurbano fazem com que a garantia de água potável para as próximas gerações se torne um dos maiores desafios para o futuro (KUMAR, 2015).

Com a diversificação dos usos dos rios, bacias hidrográficas e lagos, o manejo sustentável e o gerenciamento desses ecossistemas são de extrema relevância. Por esse motivo, o monitoramento desses ambientes tem por finalidade, avaliar a qualidade da água e conhecer suas tendências de variações (BARRETO *et al.*, 2013). No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre a classificação dos corpos de água, bem como as diretrizes para o seu enquadramento. Esta resolução (357/2005) classifica os recursos hídricos quanto ao seu uso e conseqüentemente sua disponibilidade para abastecimento da população, além de estabelecer os padrões máximos aceitáveis de cada parâmetro (BRASIL – MMA, 2005).

A Lagoa Mirim é uma das mais importantes lagoas de água doce do território brasileiro e da América do Sul. Possui parte de seus limites em território brasileiro e parte no Uruguai. No lado brasileiro compreende os municípios de Santa Vitória do Palmar e Rio Grande em sua margem leste, e os municípios de Arroio Grande e Jaguarão em sua margem oeste (PIEDRAS, *et al.*, 2012). Tem aproximadamente uma área de 3.749 km², extensão de 185 km e uma largura de 20 km (ALM, 2019). O Canal São Gonçalo faz ligação entre a Lagoa Mirim e Laguna dos Patos. Possui aproximadamente 76 km de extensão e é o escoadouro natural das águas da Lagoa Mirim. Esse manancial é estratégico para a região, mas sua qualidade sofre ameaças por processos de poluição, necessitando um contínuo monitoramento para assegurar seus múltiplos usos (SOUZA, 2015).

A região da Lagoa Mirim possui ampla diversidade de fauna e flora, incluindo grande número de espécies endêmicas. Por esses motivos, a região tem seu valor reconhecido como Reserva da Biosfera e é declarada, também, pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) como reserva mundial de água doce (PIEDRAS, *et al.*, 2012).

A gestão dos recursos hídricos e ações de planejamento são medidas essenciais para a qualidade da água. Seu monitoramento visa acompanhar as alterações nas características físicas, químicas e biológicas, decorrente de atividades antrópicas ou de fenômenos naturais que ocorrem na bacia hidrográfica (BRASIL – ANA, 2019). Diante isso, é primordial monitorar a qualidade da água, pois através deste monitoramento é possível acompanhar os processos evolutivos/estacionários de uso dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, proporcionando ações de controle ambiental (GUEDES *et al.*, 2012; SOUZA, 2015).

Sendo assim, esse estudo tem por objetivo avaliar a qualidade das águas da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo através de análises físicas, químicas e microbiológicas e analisar o enquadramento desses parâmetros de acordo com as normativas em vigência.

21 METODOLOGIA

A área de estudo é formada por dois importantes corpos hídricos, a Lagoa Mirim e o Canal São Gonçalo. A Lagoa Mirim está localizada entre o extremo sul brasileiro e o Uruguai, entre as coordenadas geográficas 31°30' a 34°30' de latitude Sul e 52°a 56° de longitude Oeste, e está interligada a Laguna dos Patos através do Canal São Gonçalo, conforme Figura 1.

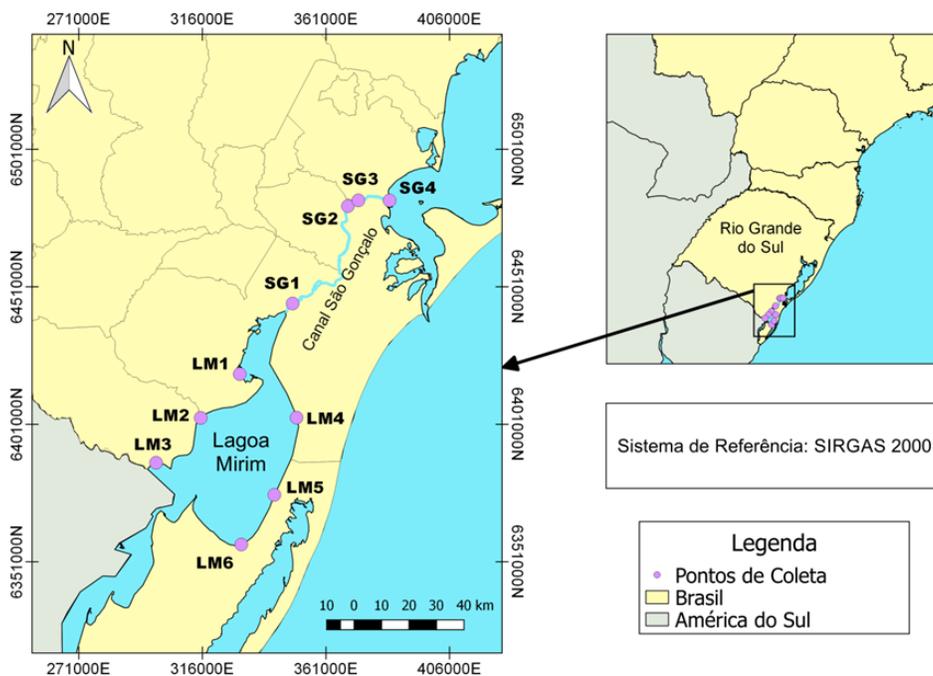


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

A área de estudo compreende uma grande extensão territorial onde foram determinados 10 pontos de coleta de amostras, as quais foram realizadas no período de abril de 2018 a abril de 2019. Foram observadas as normas descritas no Standard Methods of the Examination of Water & Wastewater para as coletas, o transporte e a conservação das amostras (APHA, 2017).

Foram determinados 12 parâmetros, porem somente 8 foram enquadrados de acordo com a Resolução 357/2005, que são: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e clorofila *a*. Foram realizados também os parâmetros temperatura da água, sólidos totais, condutividade, e salinidade para possibilitar um melhor cenário da qualidade da água analisada.

A análise do pH, temperatura, salinidade e condutividade foram realizadas no momento da coleta, em cada ponto, através do Medidor Multiparâmetro de bolso – Combo 5. Já as análises dos demais parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram realizadas no Laboratório de Águas e Efluentes da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim da Universidade Federal de Pelotas, de acordo com a metodologia Standard Methods of the Examination of Water & Wastewater (APHA, 2017).

Os resultados obtidos nas análises foram confrontados com os valores indicados na Resolução Conama 357/2005, que determina a classificação das águas brasileiras de acordo com a qualidade apresentada. A Lagoa Mirim para fins de classificação foi considerada um ambiente lêntico e o canal São Gonçalo como um ambiente lótico e enquadrados na Classe 2, em que as águas podem ser destinadas após tratamento convencional, ao abastecimento humano, à preservação da biota aquática, a outros usos com contato primário com a população, à aquicultura e a pesca. Os valores máximos permitidos para a Classe 2 estão demonstrados na Tabela 1.

Parâmetro	Classe 2
Coliformes (NMP/100mL)	≤ 1000*
DBO (mg/L O₂)	≤ 5
OD (mg/L O₂)	≥ 5
Turbidez (UNT)	≤ 100
pH	6 a 9
Nitrogenio total (mg/L N) – Lêntico	≤ 1,27
Nitrogenio total (mg/L N) – Lótico	≤ 2,18
Fósforo total (mg/L P) – Lêntico	≤ 0,03
Fósforo total (mg/L P) – Lótico	0,1
Clorofila a (µg/L)	≤ 30

Tabela 1: Condições e padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/05 para águas doces de classe II.

*em 80% de pelo menos 6 amostras coletados no ano.

Fonte: CONAMA (2005).

Para a análise dos resultados, a área de estudo foi dividida por corpos hídricos: Canal São Gonçalo e Lagoa Mirim. Os resultados das análises das amostras coletadas nos pontos de cada corpo hídrico foram agrupados em tabelas por corpo hídrico e por coleta. Assim, foi feita uma média aritmética por coleta para cada um dos corpos hídricos e os respectivos desvios padrão. Os resultados foram confrontados com os valores de referência para a Classe dos corpos hídricos e também foram analisadas as relações entre cada um deles.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da média e desvio padrão por coleta, para cada um dos parâmetros, no Canal São Gonçalo, se encontram na Tabela 2, já para a Lagoa Mirim na Tabela 3.

Coletas	ST	Temperatura	Salinidade	Condutividade	pH (in situ)	Turbidez
Abr./18	827 ± 673,80	23,38 ± 0,28	49,12 ± 33,34	98,94 ± 65,26	7,18 ± 0,35	*NR
Mai./18	2710,13 ± 3276,05	15,65 ± 0,72	111,31 ± 91,25	163,72 ± 123,45	7,78 ± 0,57	42,58 ± 18,62
Jun./18	2116,63 ± 2357,99	15,4 ± 2,44	183,18 ± 128,89	108,80 ± 121,34	7,68 ± 0,25	40,17 ± 17,90
Jul./18	166,25 ± 5,33	13,35 ± 0,78	68,23 ± 28,83	144,18 ± 71,76	6,85 ± 0,40	60,10 ± 10,49
Ago./18	220,13 ± 51,75	13,03 ± 0,68	53,48 ± 17,05	108,58 ± 33,23	6,55 ± 0,61	92,2 ± 4,35
Nov./18	155 ± 23,75	25,10 ± 0,88	57,25 ± 8,94	115,65 ± 18,67	6,52 ± 0,13	33,25 ± 6,71
Dez./18	149,75 ± 12,07	24,33 ± 1,21	63,78 ± 2,79	129,35 ± 4,05	6,80 ± 0,28	52,78 ± 3,48
Jan./19	132,5 ± 19,85	27,48 ± 1,89	59,78 ± 18,53	116,80 ± 17,39	6,96 ± 0,52	50,10 ± 10,40
Fev./19	133,17 ± 12,35	26,80 ± 0,84	52,80 ± 5,43	106,40 ± 10,94	6,69 ± 0,27	39,98 ± 0,97
Mar./19	155 ± 23,75	25,10 ± 0,88	57,25 ± 8,94	115,65 ± 18,67	6,52 ± 0,13	33,25 ± 6,71
Abr./19	131,38 ± 4,48	*NR	*NR	127,30 ± 4,65	6,32 ± 0,32	29,63 ± 1,77
Coletas	Coliformes	DBO	OD	N	P	Clorofila a
Abr./18	660,25 ± 747,19	2,99 ± 1,06	6,10 ± 0,54	1,15 ± 0,44	0,77 ± 0,58	7,75 ± 5,17
Mai./18	1600 ± 0,00	0,83 ± 0,66	8,17 ± 0,93	0,59 ± 0,26	1,28 ± 0,55	13,63 ± 5,94
Jun./18	19,57 ± 14,80	1,01 ± 0,86	8,51 ± 0,96	1,29 ± 1,08	1,34 ± 0,18	4,67 ± 3,68
Jul./18	164 ± 161,70	1,60 ± 0,21	7,84 ± 0,38	0,90 ± 0,49	0,20 ± 0,16	6,31 ± 0,40
Ago./18	12972,33 ± 18373,43	0,80 ± 0,39	7,88 ± 1,08	0,25 ± 0,14	1,93 ± 0,79	12,70 ± 7,24
Nov./18	1210 ± 675,50	1,03 ± 0,60	6,66 ± 0,55	0,79 ± 0,16	0,57 ± 0,99	10,08 ± 1,88
Dez./18	98,75 ± 167,52	0,68 ± 0,26	6,63 ± 0,47	0,00 ± 0,00	0,86 ± 0,59	11,47 ± 2,14
Jan./19	904,75 ± 809,85	1,55 ± 0,78	5,52 ± 0,93	0,34 ± 0,34	0,09 ± 0,17	0,01 ± 0,001
Fev./19	47,45 ± 81,78	0,97 ± 0,60	5,38 ± 1,38	0,55 ± 0,19	0,02 ± 0,04	8,02 ± 0,54
Mar./19	1210 ± 675,50	1,03 ± 0,60	6,66 ± 0,55	0,79 ± 0,16	0,57 ± 0,99	10,08 ± 1,88
Abr./19	2654,67 ± 4542,59	0,87 ± 0,67	5,99 ± 0,41	0,75 ± 1,06	0,09 ± 0,12	8,62 ± 1,92

Tabela 2: Média e Desvio Padrão dos parâmetros por coleta para o Canal São Gonçalo.

*NR - Não Realizado

Coletas	ST	Temperatura	Salinidade	Condutividade	pH (in situ)	Turbidez
Abr./18	140 ± 44,93	24,12 ± 1,29	80,14 ± 4,25	162,58 ± 7,76	8,02 ± 0,42	*NR
Mai./18	189,17 ± 48,66	15,55 ± 1,48	96,68 ± 11,33	193,47 ± 23,67	7,54 ± 0,59	43,26 ± 23,78
Jun./18	133,92 ± 21,67	14,68 ± 1,56	93,12 ± 24,83	187,20 ± 48,25	7,79 ± 0,63	16,86 ± 10,58
Jul./18	166,17 ± 23,90	13,98 ± 0,96	41,70 ± 6,65	150,16 ± 69,70	6,41 ± 0,34	50,80 ± 27,89
Ago./18	167,17 ± 28,89	15,45 ± 1,49	79,25 ± 30,37	160,28 ± 58,24	6,47 ± 0,32	37,50 ± 15,63
Nov./18	143,25 ± 18,50	24,65 ± 0,87	62,48 ± 11,92	126,23 ± 24,17	6,89 ± 0,22	50,90 ± 30,42
Dez./18	166,42 ± 22,68	26,77 ± 2,35	67,3 ± 7,08	137,13 ± 16,05	6,87 ± 0,16	50,45 ± 8,75
Jan./19	157,10 ± 43,63	26,02 ± 1,32	64,16 ± 9,25	127 ± 16,23	7,00 ± 0,52	53,08 ± 33,18
Fev./19	134,00 ± 22,00	28,67 ± 2,60	56,53 ± 7,00	121,08 ± 12,78	7,04 ± 0,20	35,22 ± 8,22
Mar./19	150,50 ± 24,78	*NR	*NR	126,67 ± 27,24	6,57 ± 0,23	26,43 ± 7,74
Abr./19	139,50 ± 12,80	*NR	*NR	120,62 ± 10,14	7,14 ± 0,56	21,72 ± 4,71

Coletas	Coliformes	DBO	OD	N	P	Clorofila a
Abr./18	29,52 ± 32,64	2,75 ± 1,16	8,71 ± 0,70	1,07 ± 0,26	0,33 ± 0,12	8,50 ± 7,51
Mai./18	105,00 ± 145,95	1,47 ± 0,60	8,40 ± 0,72	0,70 ± 0,17	1,19 ± 0,51	8,02 ± 6,73
Jun./18	71,63 ± 136,76	1,53 ± 0,87	9,35 ± 1,68	0,54 ± 0,21	0,75 ± 0,65	4,77 ± 3,35
Jul./18	233,80 ± 205,44	1,85 ± 0,29	8,78 ± 0,58	0,46 ± 0,29	0,11 ± 0,14	5,88 ± 3,55
Ago./18	277,55 ± 336,66	1,93 ± 0,93	9,40 ± 0,47	1,31 ± 1,70	0,16 ± 0,19	11,69 ± 11,48
Nov./18	818,83 ± 856,02	1,68 ± 0,33	6,95 ± 0,30	0,44 ± 0,43	1,04 ± 0,65	10,08 ± 1,56
Dez./18	39,88 ± 52,89	2,61 ± 1,34	6,81 ± 0,51	0,80 ± 0,39	1,50 ± 0,32	16,86 ± 7,36
Jan./19	1294,00 ± 684,24	2,43 ± 0,68	5,99 ± 0,80	0,03 ± 0,07	0,10 ± 0,12	0,02 ± 0,01
Fev./19	85,80 ± 126,12	1,43 ± 0,72	7,04 ± 0,67	0,64 ± 0,30	0,51 ± 0,46	10,41 ± 6,29
Mar./19	29,20 ± 12,66	2,92 ± 0,24	5,70 ± 1,71	1,60 ± 0,50	0,00 ± 0,00	11,22 ± 15,52
Abr./19	139,17 ± 127,99	1,34 ± 0,75	6,77 ± 1,16	1,72 ± 1,18	0,18 ± 0,16	10,35 ± 2,17

Tabela 3: Média e Desvio Padrão dos parâmetros por coleta para a Lagoa Mirim.

*NR – Não Realizado

Em relação ao parâmetro físico temperatura, a mesma não possui um valor limite pré-estabelecido pela resolução do CONAMA 357/2005. A temperatura do São Gonçalo e Lagoa Mirim não apresenta grande variação ao longo das coletas. De acordo com Nogueira *et al.*, (2015), a elevação da temperatura geralmente é causada por despejos industriais, contudo os resultados obtidos para os corpos hídricos em questão demonstram que a variação da temperatura está mais atrelada a influencias naturais como estações do ano, latitude, altitude, período do dia em que se realizou a coleta, entre outras.

Já em relação ao parâmetro físico condutividade, assim como a temperatura, não possui limite, portanto para avaliar esse parâmetro se baseou conforme estudo de Gasparotto (2011), onde resultados que apresentarem variação de 100 a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de

condutividade indicam contaminação devido à presença de efluentes de esgotos. Assim, partindo-se da ideia de que o limite máximo para uma água de boa qualidade é $100\mu\text{S}/\text{cm}$, para o Canal São Gonçalo quase todas as coletas, menos abril de 2018, apresentam níveis superiores a $100\mu\text{S}/\text{cm}$, já para a LM todas as coletas apresentaram resultado superior, o que evidencia uma possível contaminação de ambos corpos hídricos por efluentes de esgoto.

Os valores de pH para as coletas no Canal São Gonçalo e Lagoa Mirim ficaram dentro da faixa de 6 e 9, conforme estabelecido pela resolução do CONAMA 357/2005. Vale destacar que o pH nas águas é muito influenciado pela quantidade de matéria morta, assim como, a dissolução de rochas e a fotossíntese (NOGUEIRA *et al.*, 2015; VON SPERLING, 2007).

Já os Sólidos Totais (ST), assim como temperatura e condutividade não possui limite pré-estabelecido, porém, conforme Souza *et al.* (2014), resultados iguais ou superiores a $200\text{ mg}/\text{L}$ na água indicam provável contaminação por lançamento de esgoto in natura no corpo hídrico. Assim, conforme os resultados da Tabela 2, para o Canal São Gonçalo, pode-se atribuir aos meses de abril, maio, junho e agosto de 2018 o descarte de esgoto no canal como uma das possíveis causas dos mesmos terem obtido valor maior do que o estabelecido, porém, diferente do Canal São Gonçalo, a Lagoa Mirim não apresentou em nenhuma das coletas ST acima de $200\text{ mg}/\text{L}$, conforme Tabela 3. De acordo com Almeida (2013), altos índices de salinidade da água também podem elevar o valor de ST.

Santos *et al.*, (2020), ao qual estudou o Arroio Moreira/Fragata, inferiu que o despejo doméstico (proveniente da zona urbana do município de Pelotas) podia ser o fator que mais influência na qualidade da água do determinado corpo hídrico, o que conseqüentemente afeta a qualidade do Canal São Gonçalo, visto que o mesmo é um dos principais afluentes que desemboca no canal.

Os resultados da turbidez para ambos mananciais se enquadraram dentro do pré-estabelecido pela resolução do CONAMA 357/2005 (≤ 100). Vale destacar que o surgimento da turbidez se deve a presença de substâncias em suspensão, ou seja, de sólidos suspensos, os quais conferem a água uma aparência turva devido à dispersão e absorção da luz (MACEDO *et al.*, 2018). De acordo com Costa (2016), o mau uso do solo pode intensificar o aumento da turbidez nos corpos hídricos, já afetados pela erosão causada pelas chuvas próximas as suas margens.

No que compete aos Coliformes Termotolerantes, dos resultados obtidos para o Canal São Gonçalo, apenas três coletas de 2018 (maio, agosto e novembro) e duas coletas de 2019 (março e abril), apresentados na Tabela 2, encontram-se fora do limite que é $\leq 1000\text{ NMP}/100\text{ mL}$. Já conforme Tabela 3, para a Lagoa Mirim, somente a coleta realizada em janeiro de 2019 apresentou concentração superior ao permitido. Conforme estudo de Farias *et al.*, (2010), concentrações de Coliformes Termotolerantes acima do estabelecido pela resolução em questão, indica possível contaminação por esgotos domésticos.

Em relação ao Oxigênio Dissolvido e a Demanda Bioquímica de Oxigênio, ambos se encontram dentro do permitido pela resolução do CONAMA 357/2005, que é de ≥ 5 mg/L de O_2 e ≤ 5 mg/L de O_2 , respectivamente, para todas as coletas de ambos mananciais (Tabela 2 e 3). No estudo desenvolvido por Vieira *et al.*, (2019) ao qual avaliou e comparou a qualidade das águas entre o canal São Gonçalo e a Lagoa Mirim por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA), destacou que os piores resultados encontrados para o índice estavam atrelados, em sua maioria, a baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

Para o Canal São Gonçalo, o nitrogênio e a clorofila *a*, assim como o OD e DBO, também se encontram dentro do estabelecido pela resolução, que é de $\leq 2,18$ mg/L e ≤ 30 μ g/L, respectivamente. Já o parâmetro químico fósforo, somente as coletas de fevereiro e abril de 2019, conforme Tabela 2, se enquadraram dentro da resolução. No estudo de Albertoni *et al.* (2017), também sobre a qualidade do Canal São Gonçalo, foi analisado a relação de P e N com a Clorofila *a*, e se chegou como conclusão de que o canal em questão poderia estar sofrendo processos de eutrofização.

No estudo de Souza (2015), também sobre a qualidade da água do Canal São Gonçalo, foi apresentado como uma das principais causas para a deterioração da qualidade da água, o descarte de efluentes urbanos e industriais, que muitas vezes não recebem nem tratamento prévio antes do descarte. Além do descarte de efluentes, o estudo realizado por Grützmacher (2008), constatou a presença de 4 dos 5 tipos de agrotóxicos analisados em seu trabalho no Canal São Gonçalo, e atrelou esses resultados as grandes lavouras de arroz irrigado ao longo das suas duas margens.

Já para a Lagoa Mirim, somente a clorofila *a* apresentou todas as coletas dentro do permitido conforme resolução, sendo o nitrogênio fora dos limites nas coletas de agosto de 2018 e março e abril de 2019, e o fósforo em quase todas as coletas, menos em março de 2019. No estudo de Coradi *et al.* (2009), foi avaliado o fosforo como o poluente que mais influenciava na qualidade dos afluentes da Lagoa Mirim. Valentini *et al.*, (2020), que desenvolveu o estudo sobre o monitoramento e identificação de grupos poluentes da Lagoa Mirim atrelou seus resultados negativos a poluição agrícola e de origem urbana.

4 | CONCLUSÕES

Através desse estudo conclui-se que foi possível avaliar a qualidade das águas da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo através de análises físicas, químicas e microbiológicas. Ao enquadrar esses parâmetros, de acordo com a Resolução do Conama 357/2005, foi possível constatar que ambos os corpos hídricos podem estar sofrendo devido a contaminações antrópicas.

Ainda, pode-se concluir que o fator que mais tem influência na qualidade da água, conforme os resultados encontrados neste trabalho e estudos já realizados em ambos os corpos hídricos, pode ser relativo a lançamentos de esgotos domésticos e atividades

agrícolas desenvolvidas ao entorno dos mesmos. Assim, se faz necessário investir em ações, projetos e políticas públicas voltadas a qualidade desses corpos hídricos, a fim de garantir maior preservação ambiental dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ALBERTONI E. F.; PALMA-SILVA C.; TRINDADE C. R.; FURLANETTO L. M. **Water quality of the São Gonçalo channel, urban and agricultural water supply in southern Brazil**. Brazilian Journal of Water Resources, v. 22, n. 2, 2017.

Universidade Federal de Pelotas. **ALM – Agência da Lagoa Mirim**. Pelotas, jul. 2020. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/alm/bacia-da-lagoa-mirim>. Acesso em 23 de março de 2019.

APHA, **Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater**. 23. Ed. Washington, DC, EUA: American Public Health Association (ALPHA), the American Water Works Association (AWWA), and the Water Environment Federation (WEF), 2017.

BARRETO, L. V.; BARROS, F. M.; BONOMO, P.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S. **Eutrofização em rios brasileiros**. Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 21-65, 2013.

BRASIL. **Agência Nacional de Águas. Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: < http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn8 > Acesso em: 29 de junho de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-36. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 29 de junho de 2020.

CORADI, P.C.; FIA, R.; PEREIRA- RAMIREZ, O. **Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS**. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009.

COSTA, Hiago Fernandes. **Monitoramento da qualidade da água e do uso e cobertura da terra na bacia de contribuição da represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG) no período de 2005 a 2015**. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

DE ALMEIDA, Jaqueline Colvara. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

DE SOUZA, Mariana Farias. **Qualidade da água do canal São Gonçalo-RS/Basil – Uma avaliação hidroquímica considerando seus usos múltiplos**. 2015. 105 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

FARIAS, M.F.; ROCHA-BARREIRA, C.A.; CARVALHO F.C.T.; SILVA, C.M.; REIS, E.M.F.; COSTA, R.A.; VIEIRA, R.H.S.F. **Condições microbiológicas de *Tagelus plebeius* (LIGHTFOOT, 1786) (*MOLLUSCA: BIVALVIA: SOLECURTIDAE*) e da água no estuário do rio Ceará, em Fortaleza–CE.** Boletim Instituto de Pesca. v. 36, n. 2, p.135-142, 2010.

GASPAROTTO, Felipe Augusto. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP.** 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2011.

GRÜTZMACHER, D. D.; GRÜTZMACHER, A. D.; AGOSTINETTO, D.; LOECK, A. E.; ROMAN, R.; PEIXOTO, S. C.; ZANELLA, R. **Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.6, p.632-637, 2008.

GUEDES, H. A.; SILVA, D. D. D.; ELESBON, A. A.; RIBEIRO, C.; MATOS, A. T. D.; SOARES, J. H. **Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 5, p. 558-563, 2012.

KUMAR, P. **Hydrocomplexity: addressing water security and emergent environmental risks.** Water Resources Research, [S.l.], v. 51, n. 7, p. 5827- 5838, 2015.

LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B.; TALAMONI, A. C. B.; QUEIROZ, T. V. **O Jogo digital na sala de aula - ÁGUA, AÇÃO E REFLEXÃO: elaboração de jogo digital para a Educação Básica.** Ilha Solteira: Unesp. Cap. 4. p. 44-57, 2019.

MACEDO, T. de L.; REMPEL, C.; MACIEL, M.J. **Análise Físico-Química e Microbiológica de água de poços artesanais em um município do Vale do Taquari-RS.** Tecno-Lógica, Santa Cruz do Sul, v. 22, n.1, p.58-65, 2018.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Julho de 2015.

PIEDRAS, S. N.; SANTOS, J.; FERNANDES, J. M.; TAVARES, R. A.; SOUZA, D. M.; POUHEY, J. O. F. **Caracterização da atividade pesqueira na Lagoa Mirim, Rio Grande do Sul- Brasil.** Ciência e Tecnologia Agrícola Atual, Pelotas. v.18, n. 2-4, p.107-116, 2012.

SANTOS, G. B.; VALENTINI, M. H. K.; SILVA, L. A.; FRANZ, H. S.; CORRÊA, B. L.; DUARTE, V. H.; SILVA, M. A.; CORRÊA, M. G.; VIEIRA, B. M.; NADALETI, W. C.; VIEIRA, B. M. **Análise da qualidade das águas do Arroio Moreira/Fragata (RS) através de métodos estatísticos.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.4, p.217-226, 2020

SANTOS, S. A.; GASTALDINI, M. C. C.; PIVETTA, G. G.; SCHMIDT, O. **Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/RS.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, MG, v.30, n.2, p. 23-44, 2018.

SILVA, M. M. A. P. M.; FARIAS, S. D.; MOURA, P. M. **Modelagem da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba (MG).** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, 2017.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. **Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos.** Engenharia Sanitária Ambiental. v.19, n.3, p. 263-274, 2014.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; DUARTE, V. H.; DRÖSE, A.; VIEIRA, B. M.; VIANA, F. V.; CORRÊA, B. L.; GUEDES, H. A. S.; NADALETI, W. C.; VIEIRA, B. M.. **Monitoring and identification of pollutant groups of the Lagoa Mirim.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais. v.11, n.4, p.227-235, 2020.

VIEIRA, B. M.; NADALETI, W. C.; VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G.; VIANA, F. V.; CORRÊA, M. G. **Avaliação e comparação da qualidade das águas entre o canal São Gonçalo e a Lagoa Mirim.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais. v.10, n.2, p.185-196, 2019.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Belo Horizonte: DESA/UFMG. v.7, p. 558, 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de Água 29, 36, 68, 69, 83, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 131, 132, 136, 138, 139, 142, 146, 147, 149, 151, 153, 156

Água Subterrânea 67, 70, 83

Algoritmo Genético 30, 36

Amazônia 48, 52, 54, 56, 59, 61, 63, 64, 65, 66

Aplicaciones para Dispositivos Móviles 15

Área de Recarga Hídrica 106, 115

Aterros Sanitários 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 189, 190

B

Barragem 68, 69, 71, 86, 88, 89

C

Compressibilidade 173, 178, 179, 181, 185, 186, 188

CONAMA 68, 95, 96, 98, 100, 101, 102, 103, 158, 162, 163, 166, 169, 194, 197

Conservação de Recursos Hídricos 106

Contenção de Processos Erosivos 106

E

Efluentes 95, 98, 101, 102, 103, 112, 155, 157, 158, 159, 162, 163, 164, 165, 166, 194, 197

F

Fator de Atrito 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Filtro Biológico 155, 157

Fitoplâncton 86, 88, 89, 90, 91

Fossa Séptica 149, 155, 157, 160, 166

G

Gestão da Informação 135, 136, 137, 140, 145

H

Hidroquímica 67, 78, 85, 103

I

Intrusão Marinha 67, 77, 83

L

Litologia 67, 71, 77

Lixiviado de Aterro Sanitário 189

M

Manejo e Uso Adequado do Solo 106

Marco Regulatório 120, 121, 122, 126, 128, 130, 131, 132

Método Iterativo do Gradiente Hidráulico Alternativo 28, 30, 35

Modelación Hidráulica 15

Modelagem de Qualidade da Água 48

Modelo Hidrológico 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46

Modelos de Previsão 173, 178, 179, 185, 186

P

Planejamento Urbano e Regional 146, 149, 154

Política de Saneamento 120, 121, 127, 141

Política Nacional de Resíduos Sólidos 167, 168, 175, 176

Poluente Recalcitrante 189

Poluição 49, 50, 83, 84, 94, 95, 96, 102, 125

Preservação de Nascentes e de Áreas Permanentes 106

Processos de Oxidação Avançada 189, 190

Processos Ecosistêmicos 199

Q

Qualidade 29, 42, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 56, 63, 64, 66, 68, 69, 75, 83, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 117, 122, 124, 127, 135, 136, 137, 139, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 153, 154, 156, 159, 166, 171, 190, 199, 200, 201, 204, 206, 207, 210

R

Recalque 173, 176, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 186

Recursos Hídricos 16, 28, 36, 37, 40, 45, 46, 66, 85, 87, 88, 94, 95, 96, 103, 106, 108, 109, 117, 118, 142, 181

Resíduos Sólidos Urbanos 122, 139, 167, 168, 171, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 187, 188, 190, 198

S

Saneamento Básico 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 154, 156, 166, 169

Sedimentos 48, 51, 52, 54, 55, 57, 59, 61, 63, 64, 70, 75, 76, 86, 89, 90, 91, 112, 113, 115, 116

Sistemas de Informação Geográfica 15, 16

T

Tratamento 38, 94, 95, 98, 102, 105, 121, 125, 129, 130, 133, 139, 147, 153, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 171, 174, 189, 190, 191, 193, 196, 198

V

Válvula 1, 3, 6, 7, 8, 12, 17

Ventosa y Modelo de Simulación 1

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
