

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA 2



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA 2



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Amanda Costa da Kelly Veiga
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia sanitária 2 /
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-537-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.379211310>

1. Engenharia sanitária. I. Paniagua, Cleiseano
Emanuel da Silva (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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O e-book: “Coleção desafios das engenharias: Engenharia Sanitária 2” é constituído por vinte e cinco capítulos de livros que foram devidamente selecionados por membros que integram o corpo editorial da Atena Editora. Diante disso, este e-book foi dividido em quatro unidades temáticas de grande relevância.

A primeira é constituída por sete capítulos que tratam da importância de se monitorar os parâmetros físico-químicos e biológicos da água destinada ao abastecimento público, provenientes de águas superficiais ou subterrâneas (poço artesiano). Por ser um recurso natural e cada vez mais escasso em termos de padrões de potabilidade, faz-se necessário a adoção de uma consciência coletiva que leve a redução do consumo *per capita* a nível mundial.

Os capítulos de 8 a 15 apresentam estudos que reforçam a importância de se investigar alternativas a fim de se estabelecer melhores condições de confinamento, destinação final e desaguamento do lodo gerado na ETA. Além disso, é apresentada a importância de melhorar e empregar técnicas de tratamento de efluente hospitalar e provenientes de instituições de ensino.

A terceira temática apresenta trabalhos que tratam da importância do conhecimento sobre resíduos na formação de futuros profissionais da biologia. Outro estudo apresenta a importância e o devido reconhecimento que os catadores de recicláveis representam para a sociedade e que contribuem para a política reversa de materiais recicláveis. Já outros trabalhos, procuram avaliar o uso de lodo de ETA e de rejeitos da mineração como matéria-prima a ser incorporada em substituição aos extraídos da natureza. Por fim, é apresentado um trabalho que validou uma metodologia QuEChERS-CLAE/FL na determinação do antibiótico Tetraciclina em cama de aviários.

O último tema é composto por quatro trabalhos que reportam a utilização de biomassa tanto para remoção de cor de águas residuárias, quanto como matéria-prima para a produção de bioetanol. Além disso, apresenta um trabalho que traz uma discussão em voga em relação aos possíveis riscos associados à utilização de agrotóxicos e por último um trabalho que trata do desenvolvimento de estratégias de *designs* para o reuso de espaços urbanos abertos para o público como espaços de acesso ao público.

Diante desta variedade de estudos, provenientes de pesquisadores (as) de diferentes partes do Brasil e com contribuições provenientes de pesquisadores de Portugal e da Itália, a Atena Editora publica e disponibiliza de forma gratuita em seu *site* e em outras plataformas digitais, contribuindo para a divulgação do conhecimento científico gerado nas instituições de ensino do Brasil e de outros países. Assim, a Atena Editora vem trabalhando, buscando, estimulando e incentivando cada vez mais os pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros ou capítulos de livros.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS AO SISTEMA LAGUNAR DE ITAIPU-PIRATININGA

Flávia Cipriano Dutra do Valle

Wilson Thadeu Valle Machado

Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113101>

CAPÍTULO 2..... 12

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PINHAL - RS

Ronaldo Sartoretto

Samuel Lunardi

Marcelle Martins

Dienifer Stahlhöfer

Willian Fernando de Borba

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113102>

CAPÍTULO 3..... 23

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

Madalena Teixeira Soares

Manuel Santos da Costa

Mariano Carvalho de Souza

Marijara Serique de Almeida Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113103>

CAPÍTULO 4..... 36

OS INDICADORES AMBIENTAIS: MELHORIA NA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Yasmin Rodrigues Gomes

Lilian Levin Medeiros Ferreira da Gama

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113104>

CAPÍTULO 5..... 44

COMPARATIVO FINANCEIRO DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS NAS MICRORREGIÕES SERGIPANAS

Zacarias Caetano Vieira

Carlos Gomes da Silva Júnior

Rayana de Almeida Novais

Paulo Cicero de Jesus Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113105>

CAPÍTULO 6..... 55

DIMENSIONAMENTO DE BARRAGEM PARA O ABASTECIMENTO DE SÃO MATEUS-ES

Aloísio José Bueno Cotta
Renato Pereira de Andrade
Honerio Coutinho de Jesus
Paloma Francisca Pancieri de Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113106>

CAPÍTULO 7..... 66

PROPOSTAS DE MELHORIAS NO SISTEMA CAPTAÇÃO, TRATAMENTO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL NA ÁREA URBANA E RURAL NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO, MG

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113107>

CAPÍTULO 8..... 79

ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO BRASILEIRO

Lucas Rodrigues Bellotti
Rosane Freire Boina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113108>

CAPÍTULO 9..... 87

DESAGUAMENTO DE LODOS DE ETAs: EXPERIÊNCIAS BEM-SUCEDIDAS COM EMPREGO DE LEITO DE DRENAGEM

Antonio Osmar Fontana
João Sergio Cordeiro
Cali Laguna Achon
Marcelo Melo Barroso
Renan Felício dos Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113109>

CAPÍTULO 10..... 104

A IMPORTÂNCIA DA COBERTURA NA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE DESAGUAMENTO DE LODO DE ETA EM LEITOS DE DRENAGEM

Renan Felício dos Reis
Cali Laguna Achon
João Sergio Cordeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131010>

CAPÍTULO 11..... 122

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE DESAGUAMENTO DE LODO – ETA SANTA BÁRBARA (RS)

Daniele Martin Sampaio
Carlos Vinícius Caetano Gonçalves

Laone Hellwig Neitzel
Karen Gularte Peres Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131011>

CAPÍTULO 12..... 135

QUANTIFICAÇÃO DO LODO GERADO DE DECANTADORES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE GUARATINGUETÁ

Paulo Ricardo Amador Mendes
Ailton César Teles de Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131012>

CAPÍTULO 13..... 142

SISTEMA DE CONFINAMENTO DE RESÍDUOS: ESTUDO DE CASO LODO DE ETA

Denise de Carvalho Urashima
Ana Paula Moreira de Faria
Mag Geisielly Alves Guimarães
Beatriz Mydori Carvalho Urashima
Matheus Müller

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131013>

CAPÍTULO 14..... 150

TRATAMENTO DE EFLUENTE HOSPITALAR EM REATOR TIPO UASB E FITOTOXICIDADE

Roberson Davis Sá
Fernando Rodrigues-Silva
Paloma Pucholobek Panicio
Yohannys Mannes
Mariana Azevedo dos Santos
Lidia Lima
Lutécia Hiera da Cruz
Liziê Daniela Tentler Prola
Wanessa Algarte Ramsdorf
Adriane Martins de Freitas
Karina Querne de Carvalho
Marcus Vinicius de Liz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131014>

CAPÍTULO 15..... 164

WETLANDS: UMA ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA TRATAMENTO DE ESGOTO NO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE

Carina Siqueira de Souza
Halanna Moura de Souza
Soanne Hemylle de Jesus Santos
Thaise Kate Silva dos Santos
Geovane de Mello Azevedo
Maurício Santos Silva
Felippe Matheus Silva Meneses

Florilda Vieira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131015>

CAPÍTULO 16..... 176

A IMPORTÂNCIA DO COMPONENTE CURRICULAR “GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS” PARA A FORMAÇÃO ACADÊMICA DE UM BIÓLOGO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Regiane Gabriele Rocha Vidal

Beatriz dos Santos Souza

Dinalva Ribeiro de Oliveira

Juliana Maia Lima

Jannah Thalís da Silva Alves

Ana Caroline Barbosa de Castro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131016>

CAPÍTULO 17..... 185

CONDIÇÕES DE TRABALHO DOS CATADORES E CATADORAS DE CAXIAS DO SUL/RS APÓS 10 ANOS DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Ana Maria Paim Camardelo

Nilva Lúcia Rech Stedile

Fernanda Meire Cioato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131017>

CAPÍTULO 18..... 196

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ESCÓRIA DE FERRONÍQUEL PARA EMPREGO NA COMPOSIÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

Jéssika Cosme

Daniel Pinto Fernandes

Gilberto Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131018>

CAPÍTULO 19..... 205

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE ETA COMO IMPERMEABILIZANTE DE OBRAS DE TERRA PARA A CONTENÇÃO DE RESÍDUOS

Leonardo Marchiori

André Studart

Maria Vitoria Morais

Antônio Albuquerque

Victor Cavaleiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131019>

CAPÍTULO 20..... 213

ANÁLISE DA SEGURANÇA HÍDRICA ASSOCIADA ÀS BARRAGENS DE REJEITOS NO NORDESTE BRASILEIRO

Ana Nery de Macedo Cadete

Abmael de Sousa Lima Junior

Roberta de Melo Guedes Alcoforado
Marcelo Casiuch
Andresa Dornelas de Castro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131020>

CAPÍTULO 21..... 223

OTIMIZAÇÃO E VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA QuEChERS-CLAE/FL PARA A DETERMINAÇÃO DO ANTIBIÓTICO TETRACICLINA EM CAMA DE AVIÁRIO

Ismael Laurindo Costa Junior
Letícia Maria Effting
Luciane Effting

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131021>

CAPÍTULO 22..... 241

ANÁLISE DE RISCO ASSOCIADO AO USO DE AGROTÓXICOS - ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE ESCADA, PERNAMBUCO, BRASIL.

Eduardo Antonio Maia Lins
Fellipe Martins Maurício de Menezes
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Sérgio Carvalho de Paiva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131022>

CAPÍTULO 23..... 249

CASCA E BAGAÇO DA LARANJA COMO ADSORVENTE PARA REMOÇÃO DE COR DE ÁGUAS RESIDUAIS

Rayane de Oliveira Zonato
Bianca de Paula Ramos
Valquíria Aparecida dos Santos Ribeiro
Rosane Freire Boina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131023>

CAPÍTULO 24..... 263

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DA BIOMASSA DE SISTEMA *WETLANDS* CONSTRUÍDOS PARA PRODUÇÃO DE BIOETANOL.

Eduarda Torres Amaral
Gisele Alves
Gustavo Stolzenberg Colares
Tiele Medianeira Rizzetti
Rosana de Cassia de Souza Schneider
Ênio Leandro Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131024>

CAPÍTULO 25..... 270

URBAN OPEN SPACES RE-USE: DESIGN STRATEGIES

Rossella Franchino
Caterina Frettoloso
Nicola Pisacane

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131025>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	282
ÍNDICE REMISSIVO.....	283

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS AO SISTEMA LAGUNAR DE ITAIPU-PIRATININGA

Data de aceite: 01/10/2021

Data de Submissão: 05/09/2021

Flávia Cipriano Dutra do Valle

Universidade Federal Fluminense
Niterói - RJ

<http://lattes.cnpq.br/4596510478200234>

Wilson Thadeu Valle Machado

Departamento de Geoquímica, Universidade
Federal Fluminense
Niterói - RJ

<http://lattes.cnpq.br/9250125302396616>

Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Universidade Federal Fluminense
Niterói - RJ

<http://lattes.cnpq.br/4618695267555595>

RESUMO: A crescente preocupação com a qualidade dos recursos hídricos é notável em todas as regiões do planeta onde ocorre intensificação da ocupação urbana de bacias hidrográficas. Isto pode afetar não somente os corpos de água doce, como também gerar um contínuo de poluição até os sistemas costeiros. Com o intuito de contribuir para o entendimento da influência de fontes antrópicas urbanas sobre a qualidade da água que é lançada em regiões costeiras, o presente trabalho buscou analisar os dados disponibilizados pelo Instituto Estadual do Ambiente (órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro) relativos aos cinco principais rios que deságuam no Sistema Lagunar de Itaipu-

Piratininga (Niterói, RJ). Foram comparados dados do Índice de Qualidade da Água, elaborado pela *National Sanitation Foundation* (IQA_{NSF}), ao longo do período de 2014 a 2020, assim como foi discutida a qualidade da água em relação aos critérios adotados pela Resolução CONAMA 357 de 2005, para água doce. A análise do IQA_{NSF} permitiu o enquadramento da qualidade da água entre ruim e muito ruim, principalmente em função dos parâmetros demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido. Os resultados evidenciam violação dos limites de enquadramento em classes de uso da água doce contemplados na Resolução CONAMA 357, explicando o atual grau de degradação dos principais rios tributários ao Sistema Lagunar de Itaipu-Piratininga.

PALAVRAS-CHAVE: IQA_{NSF}, Itaipu, Piratininga, Efluentes Domésticos.

ANALYSIS OF THE WATER QUALITY OF THE MAIN TRIBUTARIES TO THE ITAIPU-PIRATININGA LAGOON SYSTEM

ABSTRACT: The growing concern with the quality of water resources is notable in all regions of the planet where there is an intensification of urban occupation of hydrographic basins. This can affect not only freshwater bodies, generating a continuum of pollution to coastal systems. This study aims to contribute for the comprehension on anthropic urban sources on the quality of water that is released in coastal regions. To contribute to the understanding of the influence of anthropogenic sources on water quality, this study sought to analyze the data provided by the

State Environmental Institute (environmental agency of the Rio de Janeiro State) regarding the five main rivers that flow into the Itaipu-Piratininga Lagoon System (Niterói, RJ). Results of the Water Quality Index, developed by the National Sanitation Foundation (IQA_{NSF}), were compared over the period 2014 to 2020, and water quality was discussed in relation to criteria adopted by CONAMA Resolution 357 of 2005, for freshwater. The analysis of the IQA_{NSF} allowed the classification of water quality between bad and very bad, mainly as a function of biochemical oxygen demand, thermotolerant coliforms, and dissolved oxygen parameters. The results show a violation of the water quality criteria regarding the classification limits of freshwater use considered in CONAMA Resolution 357, explaining the current degree of degradation of the rivers tributary to the Itaipu-Piratininga Lagoon System.

KEYWORDS: IQA_{NSF}, Itaipu, Piratininga, Domestic Effluents.

1 | INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos estão diretamente relacionados com a manutenção da vida na Terra, desde as primeiras formas de vida que surgiram na água até grandes civilizações que se desenvolveram ao lado de importantes rios. A Agência Nacional de Águas (ANA) relata que apenas 2,5% da água do planeta é doce, e desses 2,5% apenas 1% se encontra nos rios. Dessa forma, a manutenção da qualidade dos recursos hídricos é de vital importância. Devido à necessidade do monitoramento dessa qualidade, fez-se necessária a adoção de parâmetros. Estes parâmetros podem ser avaliados de forma individual, a partir da Resolução CONAMA 357/2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento (BRASIL, 2005).

Segundo Silveira (2018), índices da qualidade da água servem para avaliar a qualidade de um corpo hídrico, verificar como ela se comporta ao longo do tempo sob interferência humana, acompanhar a evolução do corpo hídrico inserido em estratégias de despoluição e analisar o impacto provocado pelo uso e ocupação do solo. Estudos como o de Soares *et al.* (2016), sobre a avaliação da aplicabilidade de índices de poluição aquática, têm sido utilizados para o embasamento deste tipo de indicadores de qualidade ambiental.

Um desses índices é o chamado IQA_{NSF}, sigla do Índice de Qualidade da Água desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), e calculado de forma ponderada, por meio do produtório de nove parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), coliformes termotolerantes, temperatura, pH, nitrato, fósforo total, turbidez e sólidos totais dissolvidos. Cada parâmetro possui seus respectivos pesos (Wi) e o índice varia de 0, sendo este a pior qualidade, a 100, classificado como a melhor qualidade (FERREIRA *et al.*, 2015). Conforme Lima *et al.* (2007), o IQA possui a vantagem de diminuir o número de parâmetros associados que precisam ser interpretados para determinação da qualidade da água, permitindo a comparação entre distintos corpos hídricos. Este índice tem sido aplicado com as finalidades de informar de maneira simplificada o nível da qualidade da água para a população e servir de base para os Comitês de Bacias Hidrográficas e Órgãos Ambientais gerirem de forma satisfatória os recursos hídricos, identificando quais necessitam

de ações mais urgentes.

Um dos principais problemas decorrentes do processo de antropização é a poluição de corpos hídricos, causada pelo lançamento de efluentes domésticos e das águas do escoamento pluvial, estas que muitas vezes acabam carreando resíduos sólidos para o curso d'água. Essa poluição pode causar o depósito aumentado de sedimentos no leito do corpo de água, diminuição da concentração de oxigênio dissolvido na água, alterações estéticas, contaminação por toxinas e eutrofização (CASTRO, 2007).

A preocupação com os recursos hídricos e os sistemas lagunares têm sido o foco de diversas pesquisas. No caso da cidade de Niterói, mais especificamente dos rios que deságuam nas lagoas de Piratininga e Itaipu merecem destaque os estudos de Fontenelle & Corrêa (2012), sobre o uso e cobertura do solo e os desafios do planejamento urbano-ambiental integrado na região oceânica de Niterói; e o de Fontenelle & Corrêa (2014), acerca dos impactos da urbanização no espelho d'água dos sistemas lagunares de Itaipu e de Piratininga. Além disso, cabe destacar o Programa Região Oceânica Sustentável (PRO-Sustentável), que busca estabelecer um Plano de Gestão Ambiental para toda a Região Oceânica de Niterói (PROSUSTENTAVEL, 2020).

Com base no exposto, o presente trabalho buscou analisar os impactos dos processos de ocupação urbana na qualidade da água dos principais tributários ao Sistema Lagunar Itaipu-Piratininga e contribuir para um melhor entendimento destes impactos, com base em discussões dos dados fornecidos pelo INEA para gerar o IQA_{NSF}.

2 | RESOLUÇÃO CONAMA 357/05

A CONAMA 357/05 é a legislação brasileira que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, como também estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Será discutida a qualidade da água doce na área avaliada, que corresponde a uma salinidade igual ou inferior a 0,5%, segundo esta resolução. A classificação dos corpos hídricos de água é realizada em classes, tendo para água doce um total de cinco. Cada classe possui usos específicos de acordo com a qualidade alcançada pelo recurso hídrico, tomando como base o enquadramento em parâmetros que exigem valores máximos ou mínimos. A classe especial possui águas destinadas ao abastecimento para o consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. A Classe I tem suas águas destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rente ao solo, sendo consumidas cruas; à proteção de comunidades aquáticas em terras indígenas. Já a Classe II tem suas águas destinadas

ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, parques, entre outros, com os quais o público possa a vir ter contato direto; à aquicultura e à pesca. A Classe III se destina ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação animal. E por último, a Classe IV é destinada à navegação e à harmonia paisagística (BRASIL, 2005).

De acordo com a CONAMA 357/05, parâmetros de qualidade da água são informações quantitativas que expressam o comportamento qualitativo da água, podendo ser acompanhadas ao longo do tempo, permitindo assim verificar as suas evoluções. Os principais parâmetros para a água doce encontram-se relacionados na Tabela 1.

Água Doce				
Parâmetros	Valores de Referência Classe 1	Valores de Referência Classe 2	Valores de Referência Classe 3	Valores de Referência Classe 4
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	≤ 500	≤ 500	≤ 500	-
Turbidez (UNT)	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-
DBO (mg/L)	≤ 3	≤ 5	≤ 10	-
Fósforo Total (mg/L)	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,15	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	≥ 6	≥ 5	≥ 4	> 2
pH	6 ≤ pH ≤ 9			
Nitrato (mg/L)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	-
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	≤ 200	≤ 1000	≤ 2500	-

Tabela 1 – Valores de Referência preconizados na Resolução CONAMA 357/05.

Fonte: adaptado de BRASIL (2005).

3 | ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo engloba os cinco rios que possuem pontos de monitoramento do INEA, a saber: rio Arrozal, rio Jacaré e rio Santo Antônio, que deságuam na laguna de Piratininga, além do rio João Mendes e do rio da Vala, que deságuam na laguna de Itaipu (Figura 1). Tal região está localizada na região oceânica do município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, região sudeste do Brasil.



Figura 1 – Localização dos afluentes do sistema lagunar.

Fonte: Adaptado de PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI (2021).

4 | RESULTADOS

As Tabelas 2 e 3 mostram os padrões de cores usados para realizar o enquadramento dos parâmetros em relação a CONAMA 357/05 e ao IQA_{NSF} . As Tabelas de 4 a 8 e a Figura 2 consolidam os resultados encontrados.

Violação dos Valores de Referência da CONAMA 357/05	
Classe 1	
Classe 2	
Classe 3	
Classe 4	
Sem Violação	

Tabela 2 – Escala de cores adotada para representar violação dos valores de referência indicados na Tabela 1.

Fonte: autoria própria.

IQANSF		
Resultados	Valores	Faixas
Excelente	$100 \geq IQA \geq 90$	
Boa	$90 > IQA \geq 70$	
Média	$70 > IQA \geq 50$	
Ruim	$50 > IQA \geq 25$	
Muito Ruim	$25 > IQA \geq 0$	

Tabela 3 - Faixa de Valores IQANSF e escala de cores adotada para representar os respectivos enquadramentos.

Fonte: adaptado de INEA (2019).

Nome do Rio	Data	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Turbidez (nT)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	Temperatura (°C)	IQANSF
Rio Arrozal	29/01/2014	12,0	1,18	0,42	2,6	7,4	7,00	350.000	278	3	32,2
	30/09/2014	12,0	0,74	0,16	2,8	7,5	6,40	540.000	273	2	33,4
	11/03/2015	3,2	0,40	0,84	5,4	7,5	4,40	1.600.000	251	1	46,4
	21/07/2015	12,0	0,80	0,7	3,8	7,8	9,80	350.000	320	1	34,8
	02/12/2015	6,0	0,97	0,10	5,4	6,5	693,00	170.000	320	2	32,5
	30/05/2016	3,0	0,42	1,51	3,4	7,3	13,10	230	123	3	58,5
	14/03/2017	12,0	0,49	1,38	5	7,5	27,00	24.196	133	0	43,1
	30/10/2017	16,0	1,49	0,34	2,2	7,5	15,10	33.000	934	4	28,8
	27/11/2017	24,0	1,72	0,15	1,2	7,4	7,50	130.000	311	-6	22,9
	30/01/2018	10,0	0,63	0,56	2,4	7,7	12,90	160.000	239	1	33,6
	27/03/2019	6,4	0,36	1,64	4,6	7,5	10,60	540.000	281	-5	41,2
	21/05/2019	2,4	0,25	2,68	4,4	7,3	8,02	33.000	312	-10	41,8
	14/08/2019	10,0	1,16	0,78	2,0	7,7	11,50	350.000	274	4	30,2
	29/01/2020	2,0	0,28	0,1	3,4	7,52	3,08	79.000	277	0	43,4
	Média	9,36	0,78	0,81	3,47	7,44	59,24	311.388	309,00	0	37,34

Tabela 4 - Resultados das análises laboratoriais para o rio Arrozal. As escalas de cores utilizadas são referentes às adotadas nas Tabelas 2 e 3.

Fonte: adaptado de INEA (2019).

Nome do Rio	Data	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Turbidez (nT)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	Temperatura (°C)	IQANSF
Rio Jacaré	29/01/2014	12,0	1,14	0,03	2,2	7,4	11,00	350.000	240	2	31,3
	30/09/2014	20,0	2,00	0,02	2,2	7,5	5,20	540.000	284	0	27,5
	11/03/2015	12,0	0,65	0,28	1,2	7,4	4,30	1.600.000	252	0	29,5
	21/07/2015	14,0	1,64	0,08	2,4	7,6	13,00	130.000	279	1	29,5
	02/12/2015	4,0	0,64	0,10	4,0	7,1	5,59	130.000	288	1	40,8
	30/05/2016	5,0	0,48	0,05	2,6	7,3	3,27	7.900	179	-1	44,4
	14/03/2017	12,0	1,09	1,53	4,6	7,5	421,00	24.196	264	1	32,4
	30/10/2017	20,0	1,48	0,04	1,0	7,3	6,46	49.000	772	3	24,2
	27/11/2017	27,0	2,12	0,01	1,4	7,4	66,30	130.000	216	-6	20,9
	30/01/2018	14,0	0,84	0,10	2,2	7,5	14,80	160.000	192	1	31,1
	27/03/2019	11,0	1,56	0,03	2,0	7,5	6,98	540.000	283	-5	29,8
	21/05/2019	12,0	0,75	0,38	1,6	7,5	17,80	350.000	328	-10	27,0
	14/08/2019	8,0	1,27	0,06	2,0	7,6	5,44	170.000	291	1	31,4
	29/01/2020	8,0	0,55	3,7	1,6	7,9	3,51	240.000	266	2	31,7
	Média	12,79	1,16	0,46	2,21	7,46	41,76	315.793	295,29	-0,71	30,82

Tabela 5 - Resultados das análises laboratoriais para o rio Jacaré. As escalas de cores utilizadas são referentes às adotadas nas Tabelas 2 e 3.

Fonte: Adaptado de INEA (2019).

Nome do Rio	Data	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Turbidez (nT)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	Temperatura (°C)	IOANSP
Rio Jacaré	29/01/2014	12,0	1,14	0,03	2,2	7,4	11,00	350.000	240	2	31,3
	30/09/2014	20,0	2,00	0,02	2,2	7,5	5,20	540.000	284	0	27,5
	11/03/2015	12,0	0,65	0,28	1,2	7,4	4,30	1.600.000	252	0	29,5
	21/07/2015	14,0	1,64	0,08	2,4	7,6	13,00	130.000	279	1	29,5
	02/12/2015	4,0	0,64	0,10	4,0	7,1	5,59	130.000	288	1	40,8
	30/05/2016	5,0	0,48	0,05	2,6	7,3	3,27	7.900	179	-1	44,4
	14/03/2017	12,0	1,09	1,53	4,6	7,5	421,00	24.196	264	1	32,4
	30/10/2017	20,0	1,48	0,04	1,0	7,3	6,46	49.000	772	3	24,3
	27/11/2017	27,0	2,12	0,01	1,4	7,4	66,30	130.000	216	-6	20,9
	30/01/2018	14,0	0,84	0,10	2,2	7,5	14,80	160.000	192	1	31,1
	27/03/2019	11,0	1,56	0,03	2,0	7,5	6,98	540.000	283	-5	29,8
	21/05/2019	12,0	0,75	0,38	1,6	7,5	17,80	350.000	328	-10	27,0
	14/08/2019	8,0	1,27	0,06	2,0	7,6	5,44	170.000	291	1	31,4
	29/01/2020	8,0	0,55	3,7	1,6	7,9	3,51	240.000	266	2	31,7
	Média	12,79	1,16	0,46	2,21	7,46	41,76	315.793	295,29	-0,71	30,82

Tabela 6 – Resultados das análises laboratoriais para o rio Santo Antônio. As escalas de cores utilizadas são referentes às adotadas nas Tabelas 2 e 3.

Fonte: adaptado de INEA (2019).

Nome do Rio	Data	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Turbidez (nT)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	Temperatura (°C)	IOANSP
Rio João Mendes	29/01/2014	16,0	1,19	0,10	1,4	7,2	9,30	1.600.000	170	-1	27,9
	30/09/2014	24,0	3,09	0,04	2,0	7,3	15,00	920.000	243	1	34,2
	11/03/2015	7,0	0,84	0,38	3,2	7,4	14,30	1.600.000	191	-1	37,2
	21/07/2015	23,0	2,18	0,11	2,8	7,5	17,00	1.600.000	256	-4	26,4
	02/12/2015	28,0	1,87	0,10	2,0	7,1	12,80	1.600.000	301	3	34,5
	30/05/2016	6,0	0,58	0,08	2,0	7,2	10,80	1.300	301	-1	45,0
	14/03/2017	16,0	0,96	1,40	3,8	7,5	184,00	24.196	251	-5	28,5
	30/10/2017	5,0	0,58	0,37	6,0	7,4	98,00	17.000	1.197	2	42,8
	27/11/2017	4,0	1,63	0,03	2,2	7,5	6,79	70.000	282	-6	33,4
	30/01/2018	20,0	0,94	0,24	2,4	7,5	68,60	160.000	230	1	27,1
	27/03/2019	5,0	1,45	0,14	2,4	7,7	7,20	33.000	336	-4	36,2
	21/05/2019	2,0	0,71	0,54	3,0	7,5	6,59	540.000	338	-9	35,9
	14/08/2019	8,0	0,99	0,24	3,0	7,7	14,90	110.000	308	3	33,7
	29/01/2020	5,6	1,44	7,54	4,6	7,9	5,80	540.000	290	4	37,6
	Média	12,11	1,32	0,81	2,91	7,46	33,65	629.678	335,29	-1,21	32,89

Tabela 7 – Resultados das análises laboratoriais para o rio João Mendes. As escalas de cores utilizadas são referentes às adotadas nas Tabelas 2 e 3.

Fonte: adaptado de INEA (2019).

Nome do Rio	Data	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrato (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Turbidez (nT)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	Temperatura (°C)	IOANSP
Rio da Vala	29/01/2014	10,0	0,65	2,94	3,6	7,4	8,00	920.000	167	-2	37,4
	30/09/2014	3,0	0,22	0,41	7,4	7,4	10,00	79.000	73	-3	51,0
	11/03/2015	6,0	0,72	0,17	4,6	7,6	11,00	1.600.000	334	0	41,0
	21/07/2015	6,4	1,18	0,06	4,0	7,8	11,00	240.000	320	-5	35,9
	02/12/2015	4,0	0,39	0,10	4,8	7,4	22,30	70.000	3.064	3	42,4
	30/05/2016	8,0	0,46	0,31	5,0	7,4	13,70	7.900	951	-1	46,6
	14/03/2017	12,0	0,71	2,97	4,0	7,4	118,00	24.196	291	-2	31,7
	30/10/2017	17,0	2,07	0,02	3,2	7,4	14,40	540.000	472	2	28,7
	27/11/2017	40,0	1,39	0,03	0,0	7,1	49,60	350.000	11.168	-3	15,2
	30/01/2018	20,0	0,85	0,16	1,8	7,4	21,30	160.000	200	1	27,6
	27/03/2019	13,0	0,87	0,09	7,4	7,4	20,70	1.600.000	2.058	0	39,1
	21/05/2019	2,0	0,39	0,84	4,4	7,6	6,20	33.000	312	-8	44,4
	14/08/2019	52,0	3,11	0,01	3,0	7,7	60,20	1.600.000	277	3	20,7
	29/01/2020	4,0	0,13	2,52	3,0	8,0	3,88	33.000	329	3	41,7
	Média	14,10	0,94	0,76	4,01	7,50	26,45	518.364	1429,71	-0,86	35,96

Tabela 8 - Resultados das análises laboratoriais para o rio da Vala. As escalas de cores utilizadas são referentes às adotadas nas Tabelas 2 e 3.

Fonte: adaptado de INEA (2019).

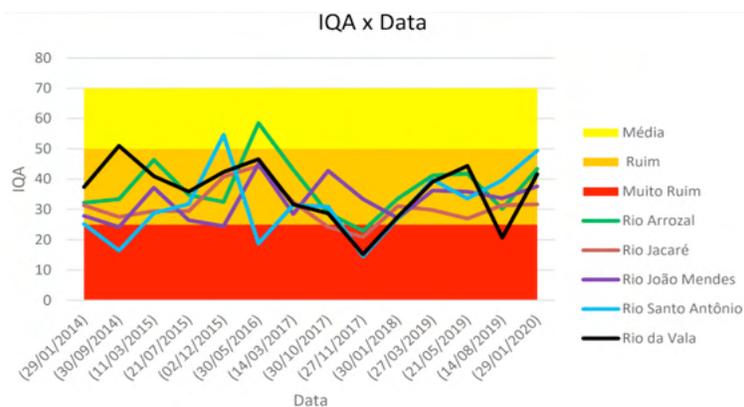


Figura 2 – Variabilidade temporal do IQA_{NSF} em relação aos diferentes afluentes analisados.

Fonte: adaptado de INEA (2019).

Em relação à DBO, o rio que apresentou maior média foi o rio Santo Antônio. Já em relação ao fósforo total, o rio João Mendes foi que teve maior média, porém todos apresentaram situações que tiveram picos nos valores desse parâmetro. As maiores médias de nitrato foram do rio Arrozal e do rio João Mendes, tendo o rio João Mendes apresentado em uma ocasião um pico elevado. Os piores valores de oxigênio dissolvido foram apresentados pelo rio Santo Antônio, tendo duas ocasiões com resultados de anoxia. Em relação ao pH, todos os rios apresentaram resultados dentro da faixa estabelecida pela CONAMA 357/05. Todos os rios se mantiveram semelhantes em relação à turbidez, sendo o rio Arrozal o que obteve o maior pico. Para os coliformes termotolerantes, os rios que apresentaram os valores mais elevados foram os rios Santo Antônio, João Mendes e Vala, tendo a maior média o rio João Mendes. O pior resultado apresentado para sólidos dissolvidos totais foi do rio da Vala. Em relação à temperatura, todos os rios apresentaram resultados similares.

Com relação ao IQA_{NSF} o rio que apresentou melhor média foi o Arrozal e o pior média o Jacaré. Um ponto a ressaltar é o de que a temperatura para o cálculo do IQA_{NSF} realizado pelo INEA representa a diferença entre a temperatura da água e do ar.

5 | DISCUSSÃO

Um ponto prioritário a ser abordado é a questão do impacto da urbanização da área de estudo. A Companhia Águas de Niterói vem realizando a coleta e o tratamento do efluente doméstico do município de Niterói. Um dado divulgado pela própria companhia é o de que 93% do efluente do município é coletado e tratado (ÁGUAS DE NITERÓI, 2021). A companhia conta com duas estações de tratamento de efluente doméstico na Região Oceânica, a ETE Camboinhas, que atende aos bairros Piratininga, Camboinhas, Jacaré, Cafubá e Jardim Imbuí, tendo uma capacidade máxima de tratamento de 116 l/s. A outra estação de tratamento da região é a ETE Itaipu, que atende aos bairros de Itaipu, Itacoatiara

e Engenho do Mato, possuindo uma capacidade máxima de tratamento de 294 l/s.

A partir do dado de volume de água consumido pela população de Niterói, coletado do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), e tomando como base a estimativa feita pelo IBGE para a população niteroiense no ano de 2020, que foi de 515.317 pessoas, foi possível realizar o cálculo do consumo de água por habitante. O volume de água consumido pela população de Niterói foi de 100.872.329 l/dia. A partir da divisão desse dado pelo número de habitantes, chegou-se ao valor de 196 l/dia/hab. Admitindo-se que 80% da água consumida é convertida em efluente doméstico, tem-se que 156,8 l/dia são produzidos por cada habitante em média em Niterói.

Segundo FGV Projetos (2015), o somatório da população dos bairros de Piratininga, Camboinhas, Jacaré, Cafubá e Jardim Imbuí, bairros esses contemplados pela ETE Camboinhas, era de 27.215 em 2010, o que produz uma vazão de efluente doméstico de aproximadamente 50 l/s. Já o somatório dos bairros Itaipu, Itacoatiara e Engenho do Mato, que tem seus efluentes destinados a ETE Itaipu, era de 17.712 habitantes em 2010, o que produz uma vazão de efluente doméstico de aproximadamente 32,14 l/s. É possível observar que mesmo com o crescimento populacional de 2010 para 2021, as capacidades máximas de tratamento das ETEs não são ultrapassadas, visto que a vazão que chega na ETE Camboinhas teria que aumentar em 132% e a vazão que chega na ETE Itaipu em cerca de 800%.

Com isso, nota-se que as ETEs têm capacidade de tratar todo o efluente doméstico da região. Todavia, foi possível observar que os valores de coliformes termotolerantes não diminuíram, indicando que há despejo irregular de efluente doméstico nos rios.

Diante do exposto, conclui-se que ações de saneamento básico devem ser tomadas para que ocorra a diminuição da carga poluidora que chega nos rios. Algumas delas podem ser o combate a ligações clandestinas, fazendo com que as residências se liguem na rede de coleta, o pleno funcionamento das elevatórias e de todo o sistema de coleta e tratamento de efluente e ações de educação ambiental para diminuir a quantidade de resíduos descartados na rua, com o intuito de diminuir o número de resíduos carreados pelo escoamento superficial para dentro dos rios.

Outro ponto relevante é se a precipitação pode afetar a qualidade da água. Um modo para mensuração dessa possibilidade é a medição da variabilidade da vazão do rio, contudo, tal dado é mais escasso. Segundo Knoppers *et al.* (1999), o rio Arrozal possuía uma vazão de 0,03 m³/s e uma área de bacia de 1,5 km², o rio Jacaré continha uma vazão de 0,06 m³/s e uma área de 5,8 km², ambos os rios deságuam na laguna de Piratininga. Já o rio João Mendes, que deságua na laguna de Itaipu, apresentava uma vazão de 0,10 m³/s e uma área de bacia de 16,8 km². Além da variação da vazão entre os rios e suas respectivas áreas de bacia, a renovação da água da laguna de Piratininga é dezesseis vezes mais demorada que da laguna de Itaipu, impactando de maneira mais contundente a qualidade da água da laguna que possui maior tempo de renovação (KNOPPERS *et al.*, 1991). Os rios estudados

possuem vazões com uma diferença de até três vezes, o que impacta diretamente na diluição do poluente na água, ocasionando a diminuição dos valores de alguns parâmetros, tais quais DBO e coliformes termotolerantes.

6 | CONCLUSÃO

O presente trabalho utilizou dados de IQA_{NSF} e de seus parâmetros obtidos do INEA, referentes ao período de 2014 a 2020, com o objetivo de entender a variabilidade espacial da qualidade da água na área de estudo. Os resultados mostraram que o parâmetro mais relevante, dentre os que foram analisados nesta pesquisa, e que mais impacta a área de estudo é o coliforme termotolerante, seguido pela DBO e pelo oxigênio dissolvido.

A análise espacial demonstrou que o rio mais afetado é o rio Santo Antônio, que deságua na laguna de Piratininga, pois apresentou as piores médias de DBO e oxigênio dissolvido, bem como elevados valores de coliformes termotolerantes.

Com relação ao IQA_{NSF} todos os rios apresentaram as médias na faixa do ruim, permitindo inferir que a qualidade da água encontra-se bastante deteriorada, causando um impacto direto no Sistema Lagunar Itaipu-Piratininga.

O estudo conclui pela necessidade da continuidade do monitoramento, considerando que políticas públicas e privadas de saneamento básico estão sendo implementadas na região. Logo, as medições de tais parâmetros se tornam fundamentais no que se diz respeito à confirmação se tais políticas serão realmente eficazes.

REFERÊNCIAS

ANA. **Água no Mundo**. 9 mar. 2018. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>. Acesso em: 22 mar. 2021.

ÁGUAS DE NITERÓI. **Estação de tratamento de esgoto**. Disponível em: <https://www.grupoaguasdobrasil.com.br/aguas-niteroi/agua-e-esgoto/estacao-tratamento-esgoto/>. Acesso em: 19 maio 2021

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_ltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf

CASTRO, L.M.A. **Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água**. 2007. Tese de Doutorado (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/REPA-7DZHVH>. Acesso em: 22 fev. 2021.

FERREIRA, K.C.D. *et al.* **Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro**. Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 2, p. 277-286, abr.-jun. 2015.

FGV PROJETOS. **Apoio à Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) do Município de Niterói Produto 7 - Diagnóstico Técnico - Volume 2**. 13 ago. 2015. Disponível em: <https://urbanismo.niteroi.rj.gov.br/anexos/Plano%20Diretor/Revis%C3%A3o%20PD/diagnostico-tecnico-volume-2-3.pdf>. Acesso em: 4 maio 2021.

FONTENELLE, T.H.; CORRÊA, W.B. **Impactos da urbanização no espelho d'água dos sistemas lagunares de Itaipu e de Piratininga, Niterói (RJ), entre 1976 e 2011**. Boletim de Geografia, v. 32, n. 2, p. 150-157, 3 dez. 2014.

FONTENELLE, T.H.; CORRÊA, W.B. **Uso e cobertura do solo (1976-2011) e os desafios do planejamento urbano-ambiental integrado na região oceânica de Niterói (RJ)**. Revista Geonorte, v. 3, n. 6, p. 1345-1357, 16 nov. 2012.

INEA. **Índice de Qualidade da Água (IQA)**. 2019. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/IQA-NSF-Metodologia-Qualidade-de-%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2021.

INEA. **Qualidade da Água por Região Hidrográfica (RHs)**. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/qualidade-das-aguas-por-regiao-hidrografica-rhs/>. Acesso em: 8 mar. 2021.

KNOPPERS, B.A.; CARMOUZE, J.P.; MOREIRA-TURCQ, P.F. **Nutrient Dynamics, Primary Production and Eutrophication Of Coastal Lagoons Of The Eastern Rio de Janeiro Coast**. In: B. Knoppers; E. Bidone; J.J. Abrão. (Org.). Environmental geochemistry of coastal lagoon systems, state of Rio de Janeiro, Brazil. Niterói: Universidade Federal Fluminense, Série Geoquímica Ambiental, n.6, 1999, p. 123-154.

KNOPPERS, B.A.; KJERFVE, B. J. ; CARMOUZE, J. ; REZENDE, CE . **Trophic state and water turn-over time in six choked coastal lagoons of Brazil**. Biogeochemistry, v. 2, n.14, p. 149-166, 1991.

LIMA, J.B.A.; COSTA, R.L.X.G.; SOARES, L.P.C. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) nos reservatórios com capacidade de acumulação de água acima de 5 milhões de metros cúbicos, monitorados pelo IGAM na Bacia Hidrográfica Apodi Mossoró/RN**. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8, Caxambu, 2007. Resumos expandidos, Caxambu, IB-USP, p. 1-2. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiiceb/pdf/1387.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI. **Hidrografia**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://dados-geoniteroi.opendata.arcgis.com/datasets/67a682a4a1d848179fe14269504fad55/explore?location=-22.913400%2C-43.037450%2C12.71>. Acesso em: 3 set. 2021.

PRO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <http://www.prosustentavel.niteroi.rj.gov.br/>. Acesso em: 3 set. 2021.

SILVEIRA, L.G. **Estudo comparativo da utilização do IQA-NSF e IQA-CCME para análise da qualidade da água no estado do Rio De Janeiro**. 2018. Tese de Mestrado (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.profaqua.uerj.br/teses/MP1620269.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.

SOARES, R. *et al.* **Avaliação da Aplicabilidade de Índices de Poluição Aquática: Estudo de Caso no Rio Paraibuna (Juiz de Fora, MG, Brasil)**. Revista Virtual de Química, v. 8, n. 6, p. 2105-2122, 27 dez. 2016. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v8n6a22.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 85, 232, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 259, 260

Adsorvato 251, 255, 259

Adsorvito 251

Afluentes 5, 8, 56, 57, 59, 60, 61, 67, 123, 124, 125, 168, 243

Agropecuária 175, 238

Agrotóxicos 3, 8, 41, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248

Água 3, 4, 5, 6, 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 147, 148, 149, 151, 154, 155, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 186, 193, 196, 198, 199, 201, 204, 205, 215, 216, 217, 218, 219, 226, 227, 228, 232, 234, 242, 244, 246, 247, 248, 250, 251, 252, 253, 264

Águas residuárias 3, 151, 152, 163, 252, 260, 265

Antibiótico 3, 8, 223, 226

Atividades antrópicas 12, 13, 36, 38

Aviário 8, 223, 225, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 235, 236, 237, 238, 239

B

Bacias hidrográficas 1, 2, 43, 64, 65, 67, 77, 174

Barragem 5, 55, 59, 61, 62, 63, 64, 69, 125, 134, 216, 217, 218, 221

Bioetanol 3, 8, 263, 264, 265, 266, 267

Biomassa 3, 8, 154, 157, 263, 264, 265, 266, 267, 268

C

Calha Parshall 137

Captação 5, 26, 35, 56, 57, 59, 61, 62, 63, 66, 68, 69, 75, 76, 81, 87, 89, 106

Carvão ativado 136

Cloração 68, 70, 72, 75, 77

Coagulação 71, 74, 77, 80, 87, 89, 136, 141, 251

Coliformes termotolerantes 1, 2, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 31, 32, 33

Cor 3, 8, 23, 27, 29, 30, 33, 71, 75, 109, 116, 129, 135, 137, 138, 139, 168, 199, 249, 251,

252, 254, 257

Corante 250, 252, 253, 254, 256, 257, 258, 259, 260, 261

D

Decantação 68, 70, 71, 73, 74, 89, 108, 136, 137

Desaguamento 3, 5, 82, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 101, 102, 104, 113, 114, 117, 119, 120, 122, 124, 126, 127, 130, 132, 134, 142, 144, 145, 146, 147, 148

Desenvolvimento sustentável 37, 43, 166

Design 8, 79, 133, 168, 224, 270, 271, 274, 275, 276, 278, 280, 281

Desinfecção 3, 32, 70, 72, 77, 136, 151

Development 64, 123, 195, 214, 224, 238, 261, 264, 270, 272, 275

E

Ecosistema 36, 41, 136, 167, 215, 217, 224, 251

Educação ambiental 9, 21, 167, 177, 178, 179, 182, 184, 192, 282

Efluentes 1, 3, 9, 13, 14, 21, 22, 31, 40, 58, 59, 77, 81, 84, 124, 125, 127, 128, 132, 150, 151, 152, 159, 160, 161, 164, 166, 167, 168, 174, 249, 250, 251, 253, 260, 265, 282

Environmental 2, 11, 36, 43, 64, 84, 88, 123, 148, 161, 162, 163, 165, 177, 186, 196, 197, 206, 210, 214, 238, 239, 240, 241, 242, 250, 261, 262, 270, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

Escoamento pluvial 3

Estação de Tratamento de Efluente - ETE 148

Estuários 56

Eutrofização 3

F

Fármacos 77, 151, 224, 225, 226, 227, 237, 238

Filtração 68, 72, 74, 75, 89, 92, 106, 126, 127, 133, 136, 138, 142, 146, 148, 155, 200, 254

Flotação 68, 70

Fluoretação 70, 72, 75, 77, 78

Fósforo total 2, 8, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 21

I

Impactos ambientais 36, 37, 38, 42, 81, 106, 122, 136, 141, 162, 164, 166, 183, 205, 241, 243, 244, 245, 246

Índice de Qualidade da Água 4, 1, 2, 11, 12, 13, 16, 17, 41

Índices pluviométricos 56, 97, 135, 138

J

Jusante 14, 217, 218

L

Leito de drenagem 5, 87, 88, 89, 90, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 111, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 134

Lignocelulósicas 264

M

Mananciais 13, 106, 107, 125, 137

Matrizes ambientais 224, 225, 226, 237

Meio ambiente 10, 21, 22, 24, 27, 34, 38, 77, 82, 85, 86, 88, 89, 91, 105, 106, 108, 123, 133, 148, 150, 164, 167, 177, 178, 183, 187, 192, 194, 198, 199, 219, 220, 224, 225, 241, 243, 244, 248

Micro-organismos 72, 74, 75

Mineração 3, 30, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 222, 264

Montante 14, 58, 59, 218

N

Nitrogênio total 12, 13, 16, 17, 19, 20

P

Passivo ambiental 204

Patógenos 37, 151, 191

Poço artesiano 3, 23, 26, 35

Polímeros 87, 101

Poluição 1, 2, 3, 11, 12, 13, 21, 36, 41, 42, 105, 152, 167, 178, 198, 215, 216, 227, 248, 250

Potabilidade 3, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 64, 68, 74, 75, 76, 77, 90, 123, 136, 196, 199, 204

R

Reaproveitamento 89, 133, 135, 141, 177, 179, 182, 265

Reciclável 186, 188, 192, 194

Recursos hídricos 1, 2, 3, 10, 11, 13, 14, 41, 42, 55, 56, 63, 64, 65, 68, 106, 134, 149, 150, 219, 220

Rejeito 144, 187, 190, 192, 214, 219

Resíduos agroindustriais 249, 251, 260

Resíduos sólidos 7, 3, 81, 84, 85, 102, 106, 120, 136, 143, 144, 147, 148, 165, 176, 177,

178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 194, 195, 197, 198, 199, 204, 260

Resolução CONAMA 357 1, 2, 3, 4, 19, 21, 136

S

Saneamento básico 9, 10, 66, 78, 80, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 103, 106, 110, 125, 144, 147, 164, 165, 174

Segurança hídrica 7, 213, 214, 215, 217, 219, 221

T

Turbidez 2, 8, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 23, 29, 30, 33, 69, 74, 75, 98, 99, 109, 116, 124, 126, 129, 135, 137, 138, 139, 164, 168, 170, 172, 199

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA 2

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

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA 2

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