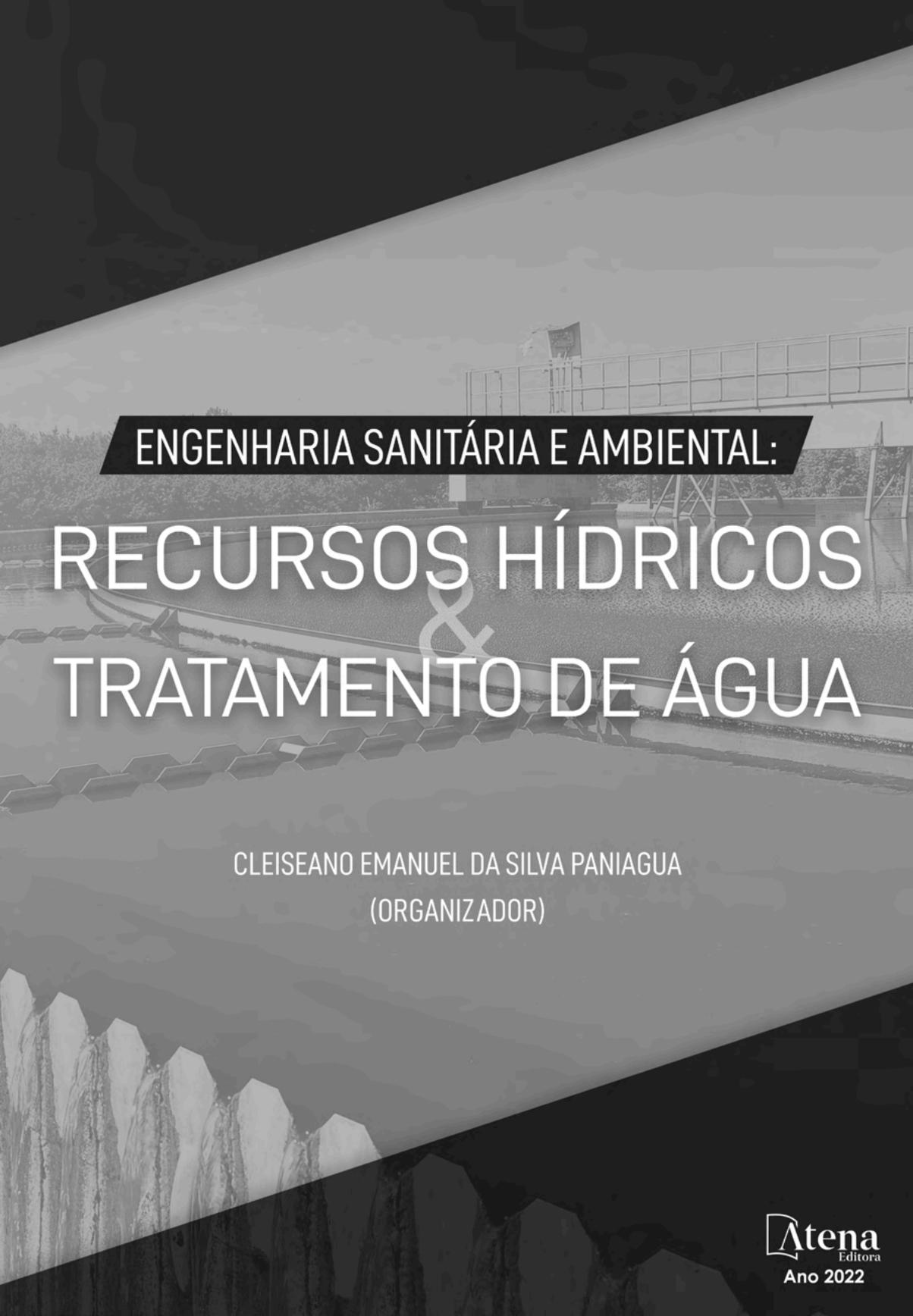
The background of the cover is a photograph of a water treatment plant. It shows several large, rectangular aeration basins with metal walkways and railings. The water in the basins is a light blue color. In the foreground, there are dark, jagged rock formations. The overall color palette is dominated by blues and greys.

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

A grayscale photograph of a water treatment plant. In the foreground, there are several large, circular aeration tanks with a grid of pipes. In the background, there are walkways with railings and more industrial structures. The overall scene is industrial and technical.

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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-Não-Derivativos 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 Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
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
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
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



Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0199-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.995221306>

1. Engenharia sanitária e ambiental. 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



Atena
Editora
Ano 2022

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: “Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água” é constituído por sete capítulos de livros que procuraram trabalhar dentro da questão do saneamento básico voltado para a qualidade vida da sociedade e do meio ambiente.

Os capítulos de um a quatro, procuraram avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos presentes em uma empresa pública de economia mista a partir de bens considerados inservíveis e que necessitam de uma disposição e destinação final adequada; o segundo avaliou-se inúmeros parâmetros de um aterro sanitário localizado na cidade de Ariquemes/RO e administrado por um consórcio intermunicipal; no terceiro pretendeu-se avaliar o processo de tratamento por meio do tanque de evapotranspiração (TEvap) e compará-lo ao tratamento por fossa séptica, os resultados apontaram que o tratamento por TEvap é mais eficiente e; o quarto capítulo objetivou-se avaliar o uso de um polímero de natureza orgânica com o intuito de substituir os agentes coagulantes tradicionais utilizados nos processos de tratamento de águas residuárias, em especial os provenientes de matadouros.

O quinto capítulo avaliou-se a vulnerabilidade ambiental da Bacia do Rio das Flores localizado no oeste do estado de Santa Catarina; O sexto capítulo se ateve a estabelecer uma relação entre a saúde e o desenvolvimento escolar com a qualidade da potabilidade da água presentes nas instituições de ensino com estudantes de 13 a 17 anos localizados nas diferentes regiões brasileiras. Por fim, um estudo de caso que apresenta uma proposta de customização e automatização a fim de possibilitar o aumento da qualidade e capacidade de tratamento de água no município de Patrocínio/MG.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA EMPRESA PÚBLICA DE ECONOMIA MISTA A PARTIR DA PNRS: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA GESTÃO DE BENS MÓVEIS INSERVÍVEIS

Kátia Silene de Oliveira Maia

Luiz Philippsen Jr

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213061>

CAPÍTULO 2..... 7

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME DE UM ATERRO SANITÁRIO NO INTERIOR DA AMAZÔNIA LEGAL

Dhione Marcos da Silva

Felipe Cordeiro de Lima

Daniel Mantovani

Alexandre Diório

Driano Rezende

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213062>

CAPÍTULO 3..... 20

ESTUDO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS NEGRAS POR TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO (TEVAP): ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E DE FITOTOXICIDADE

Adriana Mielke

Maikon Kelbert

Michele Cristina Formolo Garcia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213063>

CAPÍTULO 4..... 37

EVALUATION USE OF AN ORGANIC BASED POLYMER TO REPLACE THE INORGANIC COAGULANT IN THE SLAUGHTERHOUSE WASTEWATER TREATMENT

Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro Ferrari

Aziza Kamal Genena

Daiane Cristina Lenhard

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213064>

CAPÍTULO 5..... 48

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO DAS FLORES - OESTE DE SANTA CATARINA

Ricardo André Brandão

Julio Caetano Tomazoni

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213065>

CAPÍTULO 6..... 66

A RELAÇÃO ENTRE A FONTE E POTABILIDADE DA ÁGUA DAS ESCOLAS, A SAÚDE E O DESENVOLVIMENTO ESCOLAR DE ESTUDANTES DE 13 A 17 ANOS NAS UNIDADES

FEDERATIVAS E NAS GRANDES REGIÕES BRASILEIRAS

Livia Pita Corrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213066>

CAPÍTULO 7..... 80

PROPOSTA DE CUSTOMIZAÇÃO E AUTOMATIZAÇÃO NA CAPACIDADE E
QUALIDADE DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO/MG

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9952213067>

SOBRE O ORGANIZADOR:..... 91

ÍNDICE REMISSIVO..... 92

A RELAÇÃO ENTRE A FONTE E POTABILIDADE DA ÁGUA DAS ESCOLAS, A SAÚDE E O DESENVOLVIMENTO ESCOLAR DE ESTUDANTES DE 13 A 17 ANOS NAS UNIDADES FEDERATIVAS E NAS GRANDES REGIÕES BRASILEIRAS

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 05/04/2022

Lívia Pita Corrêa

Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro
Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/7568556318733164>

RESUMO: O consumo de água não tratada ou de baixa qualidade pode vir a causar doenças ao ser humano, sendo prejudicial à saúde e interferindo no desenvolvimento escolar. Partindo desse pressuposto, o presente estudo teve como objetivo levantar os dados de potabilidade, da fonte de água das escolas, o estado de saúde e o índice de desenvolvimento da educação de estudantes de 13 a 17 anos no ano de 2019, nas Unidades Federativas e nas Grandes Regiões Brasileiras, para saber como anda a qualidade da água das escolas desses estudantes, a saúde e o desenvolvimento escolar dos mesmos. Para isso, foram utilizados dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e do Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) do ano de 2019 para gerar mapas que representam o percentual de estudantes de 13 a 17 anos em escolas que informaram possuir água potável, em escolas segundo a sua fonte de abastecimento de água, em escolas cuja água foi testada quanto a sua potabilidade nos 12 meses anteriores à pesquisa do IBGE, por autoavaliação do estado

de saúde e pela pontuação no Ideb (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica). Como resultado foi possível observar que os estudantes de 13 a 17 anos em escolas com baixa potabilidade da água, apresentaram um estado de saúde que variou de regular a ruim ou muito ruim, apresentando também um baixo desenvolvimento escolar. Os piores resultados encontrados foram nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil e nas Unidades Federativas do Amapá e Pará.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento na escola, Potabilidade da água, Saúde do escolar.

THE RELATIONSHIP BETWEEN SCHOOLS' WATER SOURCE AND POTABILITY, HEALTH AND SCHOOL DEVELOPMENT OF STUDENTS 13 TO 17 YEARS OLD IN FEDERATIVE UNITS AND IN GREAT BRAZILIAN REGIONS

ABSTRACT: The consumption of untreated or low quality water can cause diseases to human beings, being harmful to health and interfering with school development. Based on this assumption, the present study aimed to collect data on potability, water source of schools, health status and the education development index of students aged 13 to 17 years in 2019, in the Federative Units and in the Major Brazilian Regions, to find out how the water quality of these students' schools is doing, their health and school development. For this, data from IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) and Inep (National Institute of Educational Studies and Research Anísio Teixeira) for the year 2019 were used to generate maps that represent

the percentage of students aged 13 to 17 in schools who reported having potable water, in schools according to their water supply source, in schools whose water was tested for potability in the 12 months prior to the IBGE survey, by self-assessment of their health status and by the score on the IDEB (Index of Development of Basic Education). As a result, it was possible to observe that students from 13 to 17 years old in schools with low potability of water, presented a health status that varied from regular to bad or very bad, also presenting a low school development. The worst results were found in the North and Northeast regions of Brazil and in the Federative Units of Amapá and Pará.

KEYWORDS: Sanitation at school, Water potability, School health.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial à vida, o acesso a água potável e ao esgotamento sanitário é um direito básico para que o ser humano possa se desenvolver e ter uma boa saúde, sendo este o sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS, 2022). O acesso a água potável também é essencial para o desenvolvimento econômico e social de toda uma nação, pois pode economizar tempo para buscar água, permitindo que as crianças frequentem a escola valorizando assim a dignidade humana (FUKUDA, NODA, & OKI, 2019).

A água quando não tratada torna-se um veículo capaz de transmitir uma série de agentes patogênicos e substâncias nocivas, influenciando diretamente na saúde da população (SINGH; KASHYAP; PANDEY, 2021). Indivíduos de baixa resistência como as crianças são os principais alvos dessas doenças, que podem causar desde a falta de atenção, o abandono escolar e até a morte (DE SOUZA, DOS SANTOS ZEFERINO, & SERBENT, 2018).

A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 estabelece que a água para consumo humano deve ser potável cuja finalidade é ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem (BRASIL, 2021a). Visando a importância de garantir o abastecimento de água em condições apropriadas ao consumo e o esgotamento sanitário nas unidades escolares públicas municipais, estaduais e distritais da educação básica do campo, indígenas e quilombolas, localizadas na zona rural, a Resolução nº 02, de 20 de abril de 2021, dispõe sobre os critérios para destinação de recursos financeiros, nos moldes operacionais e regulamentares do Programa Dinheiro Direto na Escola (BRASIL, 2021b).

Há uma relação direta entre água, saúde e educação, a falta de acesso a água potável irá inviabilizar uma boa saúde e conseqüentemente irá afetar no acesso à escola e no desenvolvimento escolar, conforme mostra um estudo realizado por Ruiz-Díaz *et al.* (2017), em duas comunidades rurais na costa caribenha da Colômbia, em que os casos relatados de diarreia estavam associados a baixos níveis de educação e a um abastecimento de água impróprio para consumo.

Por isso a importância de uma água potável no ambiente escolar, cuja principal finalidade é o preparo de refeições, sucos, higienização de utensílios e instalações, além do consumo direto através dos bebedouros (FIORVANTI *et al.*, 2020).

A água quando proveniente do abastecimento de água para consumo da escola, possui um tratamento adequado para torná-la potável e para que possa ser fornecida coletivamente por meio da rede de distribuição (BRASIL, 2020).

O censo escolar de educação básica de 2016 informa que 96,3% das escolas possuíam abastecimento de água, mas a rede pública de abastecimento chegava apenas a 72% das escolas, nesse mesmo censo mostra que em 2016 haviam 15,3 milhões de matrículas nos anos iniciais do ensino fundamental no país e dentre esse valor, 88,3% dos alunos que estudavam em escolas rurais, as escolas não possuíam abastecimento de água, o que mostra a precariedade das escolas públicas e rurais no país quanto ao acesso a uma água de qualidade (BRASIL, 2022).

Partindo deste cenário, este artigo buscou levantar e discutir os dados que mostram a potabilidade e a fonte de água das escolas brasileiras frequentadas por estudantes de 13 a 17 anos no ano de 2019, para saber como anda a qualidade da água das escolas desses estudantes, pois a potabilidade da água, a saúde e a educação estão diretamente relacionadas, sendo assim, a garantia de uma água potável irá garantir uma boa saúde e conseqüentemente um bom desempenho escolar desses estudantes (RUIZ-DÍAZ *et al.*, 2017; DE SOUZA, DOS SANTOS ZEFERINO, & SERBENT, 2018).

2 | METODOLOGIA

A pesquisa aqui apresentada é uma pesquisa quantitativa que busca mostrar a fonte, a qualidade da água das escolas, o desempenho escolar e a saúde de estudantes de 13 a 17 anos nas Unidades Federativas e nas Grandes Regiões Brasileiras, para saber se os estudantes em escolas em condições mais precárias de saneamento, apresentarão piores condições de saúde e conseqüentemente um desempenho escolar mais baixo.

Para isso foram utilizados dados do IBGE de Saneamento e Higiene da Escola (IBGE, 2021) referentes ao ano de 2019, que mostram o percentual de estudantes de 13 a 17 anos em escolas que informaram possuir água potável, em escolas que utilizam diversas fontes de água e em escolas cuja a água foi testada quanto a sua potabilidade, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras.

Para obter os dados referentes ao desempenho escolar desses estudantes, foi utilizado o banco de dados do Ideb (INEP,2022) do ano de 2019 para o 8º e 9º ano do ensino fundamental e o 3º ano do ensino médio, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras. É importante destacar que essas séries foram as escolhidas, pois a faixa etária dos estudantes pertencentes a elas varia entre os 13 e 17 anos, o que corresponde ao grupo de estudantes do presente trabalho.

Os dados das condições de saúde dos estudantes foram obtidos pelo banco de dados do IBGE da Pesquisa Nacional de Saúde (IBGE, 2022) referentes ao ano de 2019, onde mostra o percentual de estudantes de 13 a 17 anos por autoavaliação do estado de saúde, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras.

É importante destacar que foram escolhidos os dados do ano de 2019 para o presente estudo, por serem os dados mais recentes disponíveis. E para uma melhor exposição dos mesmos, foram gerados mapas através de um software de geoprocessamento denominado QGIS.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 representa o mapa do percentual de estudantes de 13 a 17 anos em escolas que informaram possuir água potável, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019, como é possível observar, as Unidades Federativas com o percentual mais baixo de estudantes de 13 a 17 anos em escolas que informaram possuir água potável foram: Amazonas, Pará, Roraima, Amapá e Pernambuco, possuindo os respectivos valores: 88,6%, 90,3%, 92,7%, 93,0% e 93,1%. O que faz com que a Região Norte (Figura 1) apresente um valor de 92%, o percentual mais baixo de estudantes em escolas que informaram possuir água potável por Região.

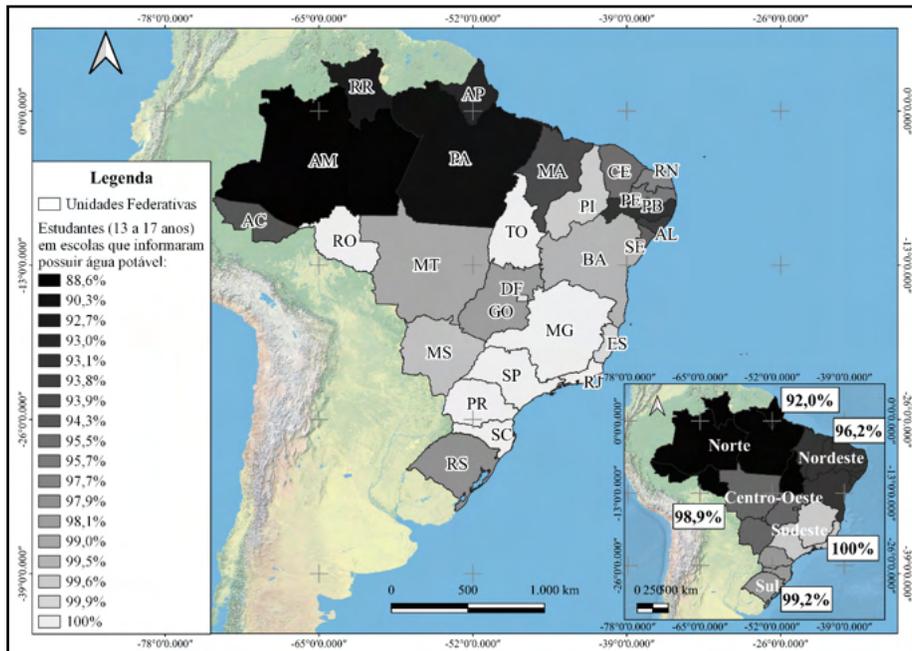


FIGURA 1. Mapa do percentual de estudantes de 13 a 17 anos em escolas que informaram possuir água potável, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019.

FONTE: Própria autora através do banco de dados do IBGE (2021).

A Figura 2 mostra o percentual de estudantes de 13 a 17 anos que possui rede de abastecimento de água ou água mineral em suas escolas, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019. É possível observar que as Unidades Federativas com as menores porcentagens foram: Amazonas, Pará, Amapá, Rondônia e Maranhão, possuindo os respectivos valores: 21,2%, 32,8%, 41,5%, 55,2% e 59,3%. Sendo a Região Norte a Região com menor percentual de estudantes em escolas que possui rede de abastecimento de água ou água mineral, o que representa um total de 41,4%, um valor bem inferior as demais Grandes Regiões Brasileiras (Figura 2).

A Região Norte possui grande parte de seus municípios de 1.000 a 35.000 alunos matriculados nas áreas rurais, além de ser a Região em que há mais escolas rurais por município, as escolas rurais possuem uma dificuldade maior para receber uma rede de abastecimento de água, por estarem localizadas em áreas remotas (PEREIRA; CASTRO, 2021), o que pode justificar os dados apresentados para a Região Norte na Figura 2.

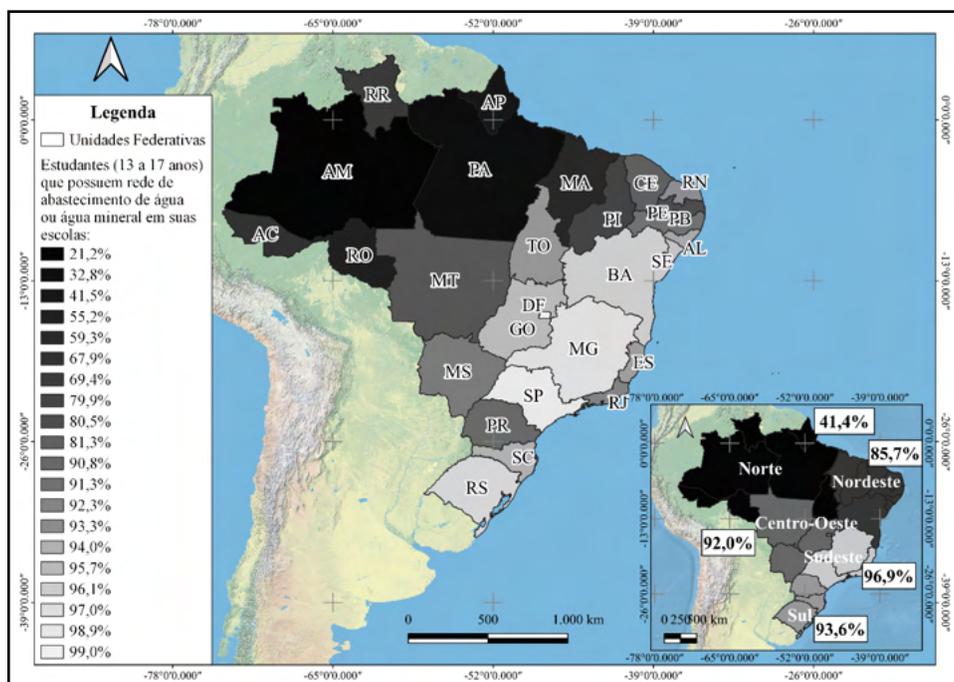


FIGURA 2. Mapa do percentual de estudantes de 13 a 17 anos que possui rede de abastecimento de água ou água mineral em suas escolas, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019.

FONTE: Própria autora através do banco de dados do IBGE (2021).

A Figura 3 mostra o percentual de estudantes de 13 a 17 anos que possui água de poço ou nascente em suas escolas, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019. É possível observar que os maiores percentuais de

estudantes estão concentrados nas seguintes Unidades Federativas: Amazonas, Pará, Amapá, Rondônia e Maranhão, possuindo os respectivos valores: 77,4%, 61,5%, 56,1%, 44,5% e 37,6%. O que faz com que a Região Norte apresente o maior percentual de estudantes de 13 a 17 anos que possui água de poço ou nascente em suas escolas, um total de 55,3%, sendo esse valor muito elevado comparado as demais Regiões do Brasil. O que mostra que como as escolas da Região Norte apresentaram uma baixa porcentagem de rede de abastecimento de água (Figura 2), a fonte de água dessas escolas torna-se em grande parte providas de poços ou nascentes (Figura 3).

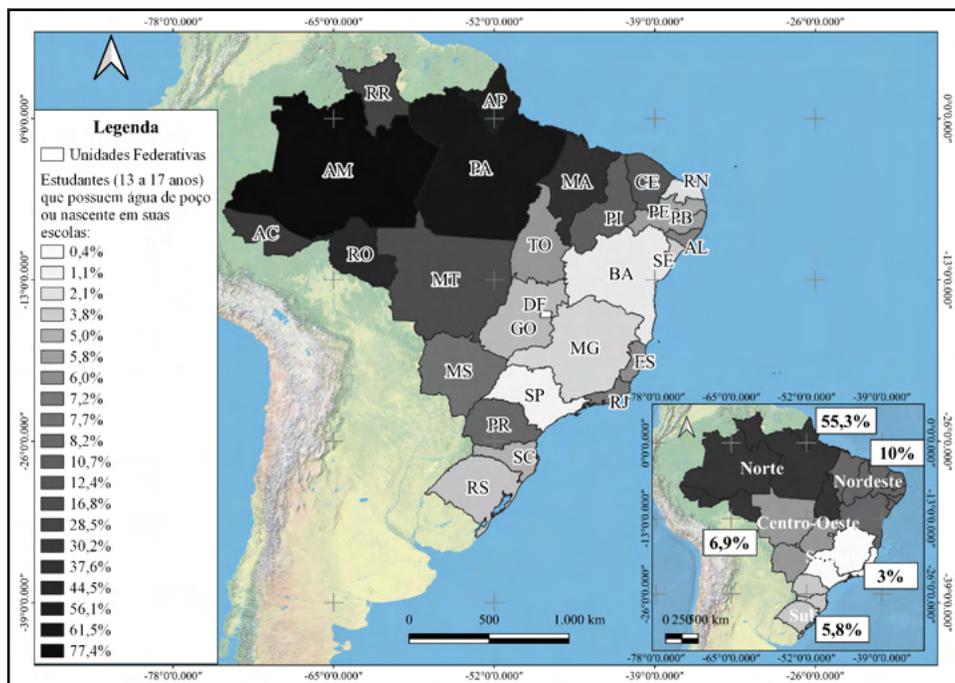


FIGURA 3. Mapa do percentual de estudantes de 13 a 17 anos que possui água de poço ou nascente em suas escolas, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019.

FONTE: Própria autora através do banco de dados do IBGE (2021).

A Figura 4 mostra o percentual de estudantes de 13 a 17 anos que possui água de chuva (cisterna), açude, lago, rio ou outras fontes em suas escolas, segundo as Unidades federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019. É possível observar que as Unidades Federativas com os maiores percentuais foram: Paraíba, Piauí, Ceará, Pará e Rio Grande do Norte, possuindo os respectivos valores: 14%, 9,4%, 6,2%, 5,6% e 4,6%. Sendo a Região Nordeste a Região com maior percentual de estudantes de 13 a 17 anos que possui água de chuva (cisterna), açude, lago, rio ou outras fontes em suas escolas, apresentando o valor de 4,3%.

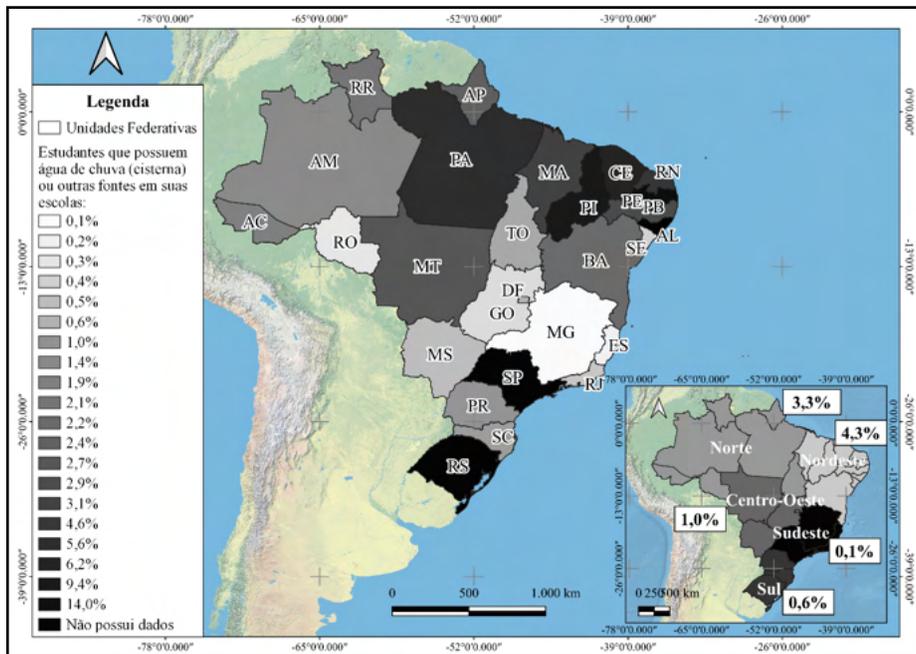


FIGURA 4. Mapa do percentual de estudantes de 13 a 17 anos que possui água de chuva (cisterna), açude, lago, rio ou outras fontes em suas escolas, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019.

FONTE: Própria autora através do banco de dados do IBGE (2021).

A figura 5 mostra o percentual de estudantes de 13 a 17 anos em escolas cuja água foi testada quanto a sua potabilidade nos 12 meses anteriores à pesquisa, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019. É possível observar que as Unidades Federativas com os menores percentuais foram: Maranhão, Piauí, Bahia, Rio Grande do Norte e Alagoas, possuindo os respectivos valores: 27,1%, 29,6%, 31,7%, 34,3% e 42,9%. Sendo a Região Nordeste a Região com o menor percentual de estudantes de 13 a 17 anos em escolas cuja água foi testada quanto a sua potabilidade nos 12 meses anteriores à pesquisa, apresentando o valor de 40,8%.

A Região Nordeste possui uma disponibilidade de água muito baixa (REBOUÇAS, 1997), e como foi visto na Figura 4 é a Região com o maior percentual de estudantes de 13 a 17 anos em escolas que possuem água de chuva (cisterna), açude, lago, rio ou outras fontes e conforme mostra a Figura 5, muitas dessas fontes não possuem água potável.

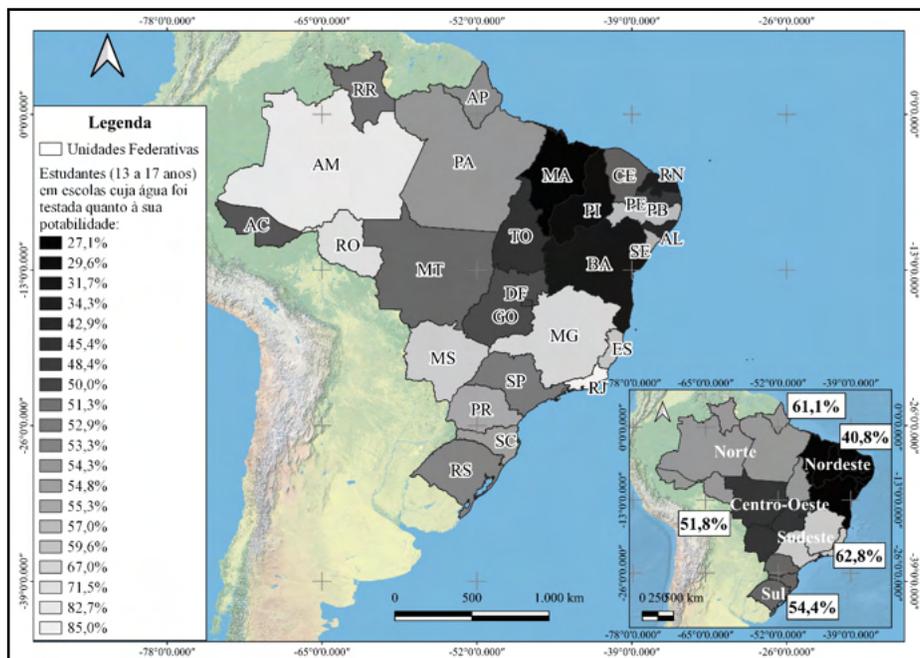


FIGURA 5. Mapa do percentual de estudantes de 13 a 17 anos em escolas cuja água foi testada quanto à sua potabilidade nos 12 meses anteriores à pesquisa do IBGE, segundo as Unidades Federativas e as Grandes Regiões Brasileiras no ano de 2019.

FONTE: Própria autora através do banco de dados do IBGE (2021).

Conforme foi visto anteriormente, as Regiões Norte e Nordeste, apresentaram as porcentagens mais baixas de estudantes de 13 a 17 anos em escolas com rede de abastecimento de água ou água mineral e conseqüentemente foram as Regiões com as maiores porcentagens de estudantes de 13 a 17 anos em escolas cuja fonte de abastecimento de água provém de poço ou nascente, seguido por estudantes de 13 a 17 anos em escolas que possui água de chuva (cisterna), açude, lago, rio ou outras fontes em suas escolas. O que mostra que a potabilidade da água das escolas pertencentes aos estudantes de 13 a 17 anos nessas Regiões não estavam em boas condições.

Com o intuito de verificar o desenvolvimento escolar desses estudantes, foram obtidas as pontuações do Ideb do 8º e 9º ano do ensino fundamental e do 3º ano do ensino médio, referente ao ano de 2019 (Figura 6 e 7). O Ideb funciona como um indicador nacional que possibilita o monitoramento da qualidade da educação pela população por meio de dados concretos, o cálculo do Ideb é feito por meio da taxa de rendimento escolar (aprovação) e as médias de desempenho nos exames aplicados pelo Inep que possui como objetivo alcançar 6 pontos até 2022, média correspondente ao sistema educacional dos países desenvolvidos (Ministério da Educação, 2022).

A Figura 6 (I) mostra que as Unidades Federativas brasileiras com as piores notas

no Ideb do 8º e 9º ano foi: o Amapá com 4,0 pontos, seguido pelas Unidades Federativas do Pará, Rio Grande do Norte, Sergipe e Bahia, com 4,1 pontos. Já as notas no Ideb para o 3º ano do ensino médio foram ainda mais baixas (Figura 6, II) nas Unidades Federativas do Amapá e do Pará com 3,4 pontos, seguido pelas Unidades Federativas do Rio Grande do Norte e da Bahia, com 3,5 pontos. Conforme foi visto anteriormente (Figura 5) as Unidades Federativas do Rio Grande do Norte e da Bahia também apresentaram o menor percentual de estudantes de 13 a 17 anos em escolas cuja água foi testada quanto a sua potabilidade.

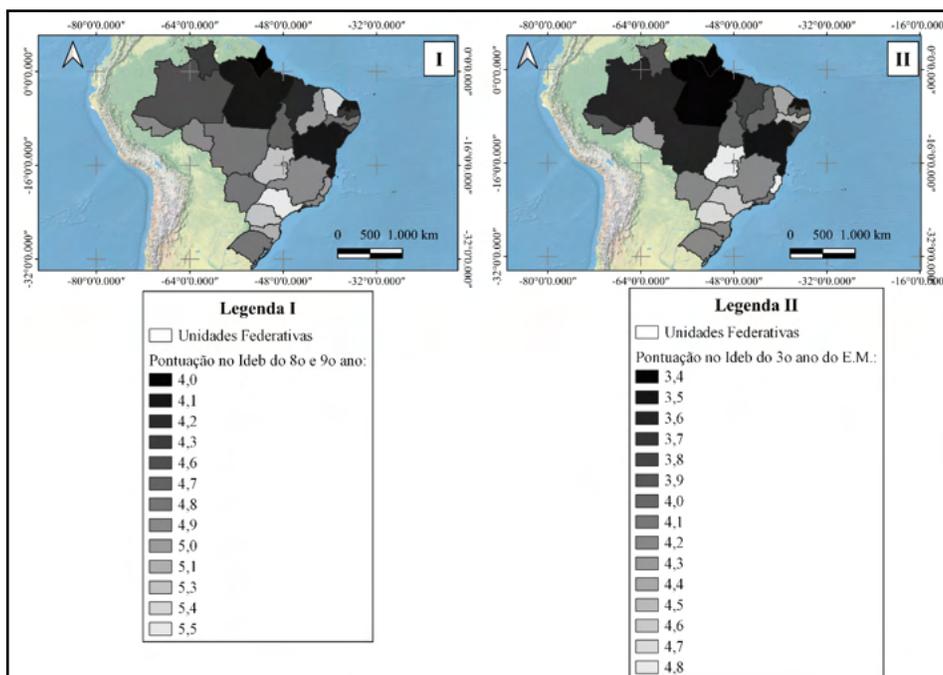


FIGURA 6. Mapas da pontuação no Ideb (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) do (I) 8º e 9º ano e (II) 3º ano do E.M. (Ensino Médio), segundo as Unidades Federativas, referente ao ano de 2019.

FONTE: Adaptado de (INEP, 2022).

Com isso, as Regiões Nordeste e Norte (Figura 7) apresentaram as pontuações mais baixas no Ideb nas turmas de 8º e 9º ano, com 4,3 pontos para o Nordeste e 4,6 pontos para o Norte (Figura 7, I), e nas turmas do 3º ano do ensino médio as Regiões Nordeste e Norte continuaram apresentando as menores pontuações um total de 3,9 pontos (Figura 7, II).

O que mostra que não somente a potabilidade da água das escolas pertencentes aos estudantes de 13 a 17 anos das Regiões Nordeste e Norte do Brasil estão mais desfavorecidas comparadas as demais Grandes Regiões Brasileiras, como também o desenvolvimento escolar desses estudantes.

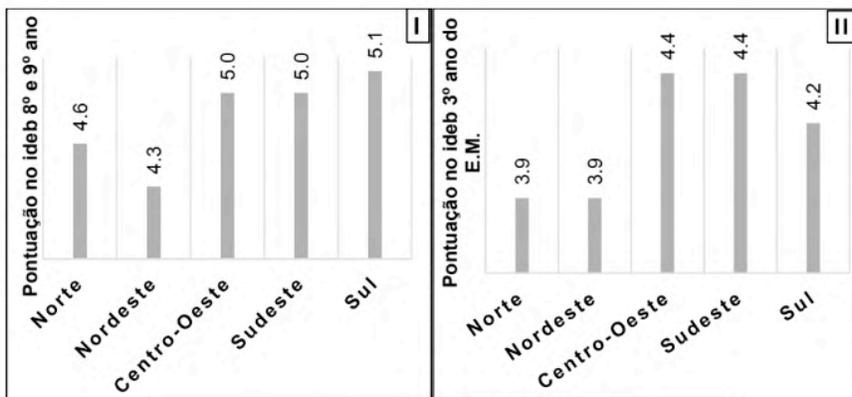


FIGURA 7. Pontuação no Ideb (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) do (I) 8º e 9º ano e do (II) 3º ano do E.M. (Ensino Médio) e por Grandes Regiões Brasileiras, referente ao ano de 2019.

FONTE: Adaptado de (INEP, 2022).

A Figura 9 mostra o percentual de estudantes de 13 a 17 anos por autoavaliação do estado de saúde nas Unidades Federativas, estando dividido entre estudantes que responderam estar com o estado de saúde muito bom ou bom (Figura 9, I), o maior percentual encontrado foi em Minas Gerais com 75,5%, seguido pelo Rio Grande do Sul com 73,0%. Para os estudantes que responderam estar com estado de saúde regular (Figura 9, II), o maior percentual encontrado foi no Pará com 30,5%, seguido pelo Amapá com 29,8%. E por fim, os estudantes que responderam estar com o estado de saúde ruim ou muito ruim (Figura 9, III), o maior percentual encontrado foi no Amapá com 8,2%, seguido pelo Amazonas com 7,1%.

E conforme foi visto anteriormente (Figura 6) as Unidades Federativas do Amapá e do Pará apresentaram as menores pontuações no Ideb, mostrando que as mesmas Unidades Federativas apresentaram um estado saúde que varia de regular a ruim ou muito ruim e um baixo desenvolvimento escolar.

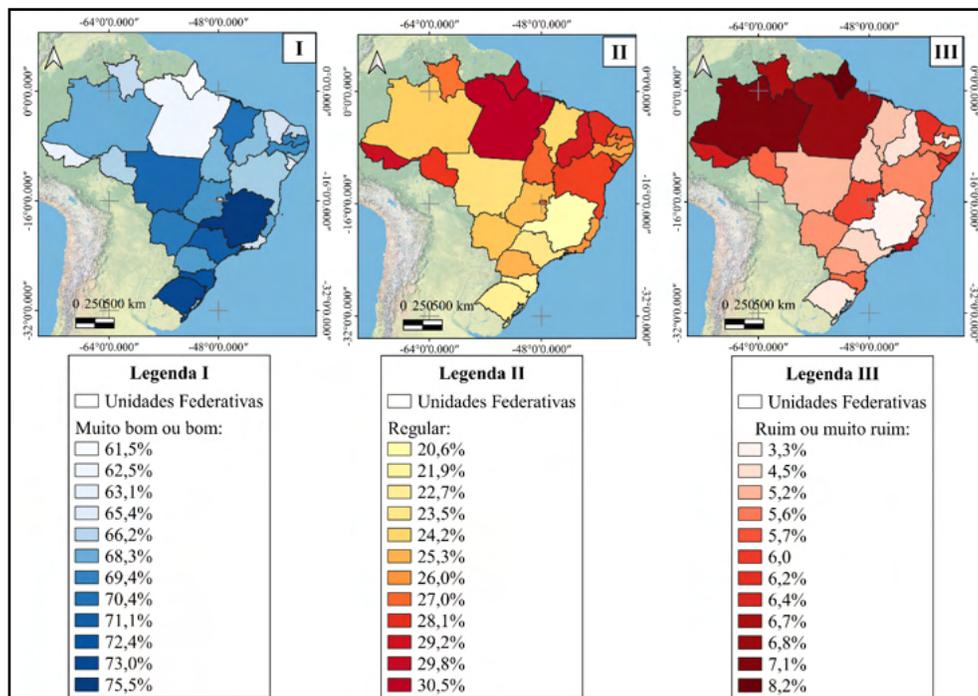


FIGURA 9. Mapas do percentual de estudantes de 13 a 17 anos por autoavaliação do estado de saúde, (I) estudantes que responderam estar com o estado de saúde muito bom ou bom, (II) estudantes que responderam estar com o estado de saúde regular e (III) estudantes que responderam estar com o estado de saúde ruim ou muito ruim, segundo as Unidades Federativas.

FONTE: Adaptado de (IBGE, 2022).

A respeito do percentual de estudantes de 13 a 17 anos por autoavaliação do estado de saúde segundo as Grandes Regiões Brasileiras (Figura 10), as Regiões que apresentaram os maiores percentuais considerado muito bom ou bom foram: Região Sul com 71,1%, seguida pela Região Sudeste com 71,0%. As Regiões que apresentaram os maiores percentuais de saúde considerado regular foram: Região Norte com 28,3%, seguida pela Região Nordeste com 26,8%. E por fim, as Regiões Brasileiras que apresentaram os maiores percentuais de saúde considerado ruim ou muito ruim foram: Regiões Norte com 6,6%, seguida pela Região Centro-Oeste com 5,8%.

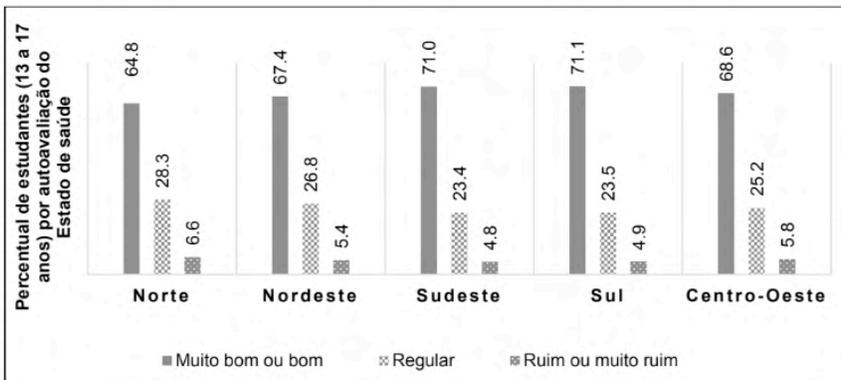


FIGURA 10. Percentual de estudantes de 13 a 17 anos por autoavaliação do estado de saúde segundo as Grandes Regiões Brasileiras – 2019.

FONTE: Adaptado de (IBGE, 2022).

4 | CONCLUSÕES

Com o presente estudo foi possível observar que as Regiões em piores condições referentes a potabilidade da água escolar foram as Regiões Norte e Nordeste do Brasil, a Região Norte apresentou a menor porcentagem de estudantes de 13 a 17 anos em escolas que informaram possuir água potável, 92,0%, e a Região Nordeste apresentou a menor porcentagem de estudantes de 13 a 17 anos em escolas cuja água foi testada quanto a sua potabilidade nos 12 meses anteriores à pesquisa do IBGE, um total de 40,8%. As Regiões com as piores pontuações no Ideb também foram as Regiões Nordeste e Norte, com as respectivas pontuações para o Ideb do 8º e 9º ano do ensino fundamental, 4,3 e 4,6 pontos. E no Ideb do 3º ano do ensino médio, as Regiões Nordeste e Norte obtiveram a mesma pontuação, 3,9 pontos. No que se refere a autoavaliação do estado de saúde dos estudantes, as Regiões Norte e Nordeste apresentaram as maiores porcentagens de autoavaliação do estado de saúde considerado regular, sendo respectivamente, 28,3% e 26,8%. E a Região Norte apresentou a maior porcentagem de autoavaliação do estado de saúde considerado ruim ou muito ruim, 6,6%.

As Unidades Federativas do Amazonas e Pará foram as que apresentaram as menores porcentagens de estudantes de 13 a 17 anos em escolas que informaram possuir água potável, sendo respectivamente, 88,6% e 90,3%. Nos dados do Ideb do 8º e 9º ano do ensino fundamental, as piores pontuações obtidas pelas Unidades Federativas foram encontradas no Amapá, que obteve 4,0 pontos, seguido pelo Pará, Rio Grande do Norte, Sergipe e Bahia todas com 4,1 pontos. E a menor pontuação obtida pelas Unidades Federativas para o 3º ano do ensino médio foram encontradas no Amapá e Pará, ambas com 3,4 pontos. Nos dados referentes a autoavaliação do estado de saúde dos estudantes nas Unidades Federativas, as maiores porcentagens encontradas para o estado de saúde

autodeclarado como regular, foi no Pará com 30,5%, seguido pelo Amapá com 29,8%. E as maiores porcentagens de autoavaliação do estado de saúde considerado ruim ou muito ruim foram encontradas nas Unidades Federativas do Amapá com 8,2%, seguido pelo Amazonas com 7,1%.

Ao observar esses dados é possível perceber que dentre as Grandes Regiões Brasileiras e as Unidades Federativas, as escolas pertencentes aos estudantes de 13 a 17 anos que apresentaram baixa potabilidade da água, os estudantes dessas escolas também apresentaram os piores estados de saúde e conseqüentemente um pior desenvolvimento escolar. O que faz do presente estudo uma ferramenta de alerta para que a sociedade em geral e os gestores públicos possam compreender a importância de se investir em água potável e saneamento no ambiente escolar, para que os estudantes possam ter melhores condições de saúde e conseqüentemente um melhor desempenho escolar.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Censo Escolar Da Educação Básica 2016 Notas Estatísticas**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_estatisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf. Acesso em: mar. 2022.

BRASIL. Censo da Educação. **Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep)**. 2020.

BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888 de 04 de maio de 202a. **Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial Da União. Brasília, DF.

BRASIL. Resolução Nº 02, de 20 de abril de 2021b. **Dispõe sobre os critérios para destinação de recursos financeiros, nos moldes operacionais e regulamentares do Programa Dinheiro Direto na Escola – PDDE, a escolas públicas municipais, estaduais e distritais da educação básica do campo, indígenas e quilombolas, localizadas na zona rural, para garantir o abastecimento de água em condições apropriadas ao consumo e o esgotamento sanitário nas unidades escolares beneficiadas**. Ministério Da Educação Fundo Nacional De Desenvolvimento Da Educação Conselho Deliberativo. Seção 1, p. 126-127.

DE SOUZA, L.; DOS SANTOS ZEFERINO, C. L.; SERBENT, M. P. (2018). **Qualidade da água das escolas públicas de ensino fundamental de IBIRAMA (SC)/BRASIL**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 7, n. 4, p. 563-587, out/dez. 2018.

FIORVANTI, M. I. A.; PEREIRA, P. H. L.; MARCIANO, M. A. M.; SANCHES, V. L.; FERREIRA, C. D. O. F.; DE AZEVEDO MAZON. **Monitoramento e avaliação da qualidade da água de solução alternativa coletiva de abastecimento de escolas públicas do município de Itatiba, SP**. Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia, v. 8 n. 2, p. 122-133, mai. 2020.

FUKUDA, S.; NODA, K.; OKI, T. (2019). **How global targets on drinking water were developed and achieved**. Nature Sustainability, p. 429-434, abr. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9134-pesquisa-nacional-de-saude-do-escolar.html?=&t=downloads>>. Acesso em: nov. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNS- Pesquisa Nacional de Saúde**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9160-pesquisa-nacional-de-saude.html?=&t=oque-e>>. Acesso em: mar. 2022.

INEP- Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. **IDEB - Resultados e Metas 8ª série / 9º ano, 2019**. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/resultado/>>. Acesso em: mar. 2022.

LUZ, R. B. D. et al. **Contaminação viral e bacteriana em águas subterrâneas na porção aflorante do Aquífero Guarani, município de Ivoti, RS**. Revista Ambiente & Água, p.871-880, 2017.

Ministério da Educação. **Ideb - Apresentação**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conheca-ou-ideb>> Acesso em: mar. 2022.

ODS- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/>>. Acesso em: abr. 2022.

PEREIRA, C. N. **Educação no meio rural: diferenciais entre o rural e o urbano**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 72.

POTGIETER, N. K. **Human enteric pathogens in eight rivers used as rural household drinking water sources in the northern region of South Africa**. International journal of environmental research and public health. V. 17(6), mar. 2020.

REBOUÇAS, A. D. **Água na Região Nordeste: desperdício e escassez**. Estudos avançados, p. 127-154, 1997.

RUIZ-DÍAZ, M. S. et al. **Analysis of health indicators in two rural communities on the Colombian Caribbean coast: poor water supply and education level are associated with water-related diseases**. The American journal of tropical medicine and hygiene, p.1378, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água potável 46, 66, 67, 68, 69, 72, 77, 78, 80

Águas cinzas 22, 35

Águas negras 20, 22, 23, 33

Águas residuárias 35

Análises microbiológicas 20

Aterro sanitário 7, 9, 17, 18

B

Bacia hidrográfica 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 64, 65

Biofilme 29

C

Chorume 7, 9, 10, 13, 15, 17, 18

Cloração 81, 86, 87, 90

Cloreto férrico 37, 38

Coagulação 37, 38, 47, 82, 83, 84, 85

Coliformes termotolerantes 12, 20, 22, 26, 27, 33, 34

Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia (CISAN) 7, 8, 9, 18

Cor 11, 85, 86, 87

Corpos hídricos 20, 21, 22

D

Decantação 81, 82, 83, 84, 85

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 11, 12

Demanda Química de Oxigênio (DQO) 11, 12, 24

Desenvolvimento sustentável 1, 8, 67, 79

E

Estação de Tratamento de Água (ETA) 80, 81, 82

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 91

F

Fitotoxicidade 20, 22, 23, 24, 30, 33

Flotação 81, 85

Fluoretação 81, 88, 90

Fossa séptica 20, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34

Fragilidade ambiental 48, 49

Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) 21, 34, 35, 90

I

Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) 66, 74, 75, 79

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 18, 66, 79

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) 66, 78

L

Lagoa facultativa 10, 11, 13, 14, 16

Lixiviado 7, 9, 10, 13, 18

M

Micro-organismos patógenos 22

O

Oxigênio dissolvido 11, 13, 17

P

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 8, 18

Planejamento ambiental 48, 49, 50, 56

Polímero de Base Orgânica (NovFloc) 37

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 1

Programa Nacional de Saneamento Rural (PNRS) 22, 35

R

Reciclagem 2, 4, 5

Recursos naturais 48, 49

Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) 2

Resíduos sólidos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 19, 33

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) 7, 8, 9, 18, 19

S

Saneamento básico 8, 18, 19, 22, 35, 80, 81, 90

Saúde pública 17, 80, 88, 90

Sulfato de alumínio 46, 83, 84

T

Tanque de Evapotranspiração (TEVAP) 20, 22, 23, 35

Turbidez 12, 85

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

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

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

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