

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

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 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
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 2 / 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 978-65-258-0382-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.821222208>

1. Engenharia sanitária e ambiental. 2. Água. 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 intitulado: “Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 2” é constituído por quatorze capítulos de livros que se distribuem em três eixos-temáticos: *i)* gerenciamento de resíduos sólidos e potencial de contaminação de recursos hídricos por combustíveis; *ii)* certificação e qualidade dos sistemas de tratamento de esgoto e; *iii)* implantação e análise físico-química e biológica de fontes de captação de água para fins potáveis.

Os capítulos de 1 a 3 apresentam estudos que procuraram avaliar: *i)* o gerenciamento de resíduos sólidos proveniente de um restaurante no município de Morros/MA; *ii)* avaliação de normas e medidas de prevenção de contaminação de recursos hídricos por substâncias e derivados de combustíveis comercializados nos postos de abastecimento em áreas urbanas e; *iii)* avaliação e levantamento de patologias presentes em canais de drenagem de águas residuárias na cidade de Aracajú/SE.

Do quarto ao sexto capítulo, os estudos investigaram: *iv)* requisitos para a obtenção de qualidade ambiental (ISO 14.001) na estação de tratamento de esgoto (ETE) da cidade de Petrolina/PE; *v)* aplicação de sistemas de gestão para melhoria da eficiência de ETE e; *vi)* avaliação financeira para implantação e uso de fossa séptica em escolas.

Os capítulos de 7 a 14 apresentam estudos que procuraram avaliar a implantação e análise de sistemas de abastecimento de água a partir de diferentes fontes de captação. Entre os quais, destaca-se: *vii)* a implantação e otimização de um sistema de abastecimento de água em setores da cidade de Guarapiranga/SP; *viii)* eficiência do processo de cloração na desinfecção de águas para fins potáveis no município de São Mateus e na área rural da cidade de Aracruz, ambas no estado do Espírito Santo; *ix)* estudo comparativo de espacialização no Rio Itacolomi/CE entre os anos de 1990 a 2020; *x)* avaliação de parâmetros físico-químicos da água do Rio Parnaíba destinada a atividade de piscicultura; *xi)* avaliação do sistema de abastecimento de água no município de Montes Claros/MG oferecido pela concessionária municipal (AMASBE) e estadual (COPASA); *xii)* condições de abastecimento de água em comunidade pesqueira no município de Paço do Lumiar/MA; *xiii)* avaliação e análise das condições de saneamento básico na comunidade Menino Jesus na cidade de Candeias/BA e; *xiv)* interligação da gestão de recursos hídricos e a disseminação do vírus Zika e a incidência de microcefalia na região nordeste brasileira.

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.


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE MORROS, MARANHÃO

Allison Pires dos Santos

Andréa Patrícia Castro Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222081>


CAPÍTULO 2..... 18

ESTUDO DAS NORMAS E MEDIDAS DE SEGURANÇA APLICADA EM POSTOS DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS EM REGIÃO DA CIDADE DE MANAUS (AM)

Wendel Miguel Barbosa Alves

Cristianlia Amazonas da Silva Pinto

Sávio Raider Marques Sarkis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222082>

CAPÍTULO 3..... 29

LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS NO CANAL DE DRENAGEM DA AVENIDA JOSÉ CONRADO DE ARAÚJO, EM ARACAJU, SERGIPE

Zacarias Caetano Vieira

Carlos Gomes da Silva Júnior

Juliany Souza Palmeira

Carla Mirele Souza dos Santos


Carla Suellen Alves Santos

Rosilma Almeida da Silva

Alan Matheus dos Santos Mota

Laline Cristine Gomes de Araújo

Diego Fabrício Rodrigues Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222083>

CAPÍTULO 4..... 38

O ACOMPANHAMENTO DOS REQUISITOS LEGAIS ASSOCIADOS A CERTIFICAÇÃO ISO 14.001 NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO – PETROLINA

Marcella Vianna Cabral Paiva

Raquel da Silva Bonfim


Silvia Mariana da Silva Barbosa

Tatiana de Oliveira Calado

Elisabeth Laura Alves de Lima

Silvanete Severino da Silva

Taiane de Carvalho Amorim


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222084>

CAPÍTULO 5..... 48

UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO

Marcella Vianna Cabral Paiva


Taiane de Carvalho Amorim
Sílvia Mariana da Silva Barbosa
Tatiana de Oliveira Calado
Raquel da Silva Bonfim
Elisabeth Laura Alves de Lima
Silvanete Severino da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222085>

CAPÍTULO 6..... 60

ANÁLISE FINANCEIRA DE CONSTRUÇÃO E USO DE FOSSA SÉPTICA COM DIFERENTES VOLUMES EM ESCOLA


Zacarias Caetano Vieira
Carlos Gomes da Silva Júnior
Alan Matheus dos Santos Mota
Laline Cristine Gomes de Araújo
Diego Fabrício Rodrigues Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222086>

CAPÍTULO 7..... 66

IMPLANTAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA GRAJAU E MARILDA

Richard Welsch
Thiago Santim
Henrique dos Santos de Oliveira
Edilson Souza Santos
Alessandro Esmeraldo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222087>

CAPÍTULO 8..... 77

DIAGNÓSTICO E DESINFECÇÃO DA ÁGUA PARA USO RESIDENCIAL

Aloísio José Bueno Cotta
André Romero da Silva
João Pedro Brunelli Souza
João Luca do Livramento
Bernardo Soares Pirola
Emanuelly Souza de Menezes
Igor Donizete Nunes Bravo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222088>

CAPÍTULO 9..... 87

ANÁLISE COMPARATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DO PARÂMETRO CN (*CURVE NUMBER*) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACOLOMI, CEARÁ, ENTRE OS ANOS DE 1990, 2005 E 2020

Ulisses Costa de Oliveira
Edilson Holanda Costa Filho
Ana Maria Maia
Cleverton Caçula de Albuquerque


Priscila Soares Mendonça
Natália Pinheiro Xavier
Willian Richard de Souza Cidral
Wartyson Douglas Santos de Menezes
Izaias de Souza Silva
Carlos Alberto Mendes Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222089>

CAPÍTULO 10..... 95

VIABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA NO USO DA PISCICULTURA


Denise Aguiar dos Santos
Eliaquim Alves dos Santos Melo
José Guilherme Pinho Oliveira Sales
Mony Daniel Barros Costa
Thalison Cleto Silva Ferreira
Marcelo Richelly Alves de Oliveira
Maxwell Lima Reis
Maria Dulce Pessoa Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220810>

CAPÍTULO 11..... 108

ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS – MG


Luma Soares Costa
Lorena Maria Guimarães Alves
Guilherme Augusto Guimarães Oliveira
Camila Santos Cordeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220811>

CAPÍTULO 12..... 117

ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA COMUNIDADE PESQUEIRA DA PRAIA OLHO DE PORCO, PAÇO DO LUMIAR, MA, BRASIL: UM DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO


Jennipher Rafaelle Costa Bezerra Muniz
Juliana de Faria Lima Santos


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220812>

CAPÍTULO 13..... 129

SANEAMENTO BÁSICO EM MENINO JESUS - CANDEIAS/BA: UMA ABORDAGEM CRÍTICA SOBRE O CENÁRIO ATUAL

Sergio Sacramento dos Santos
Ingrid de Oliveira Mario
Ailmara Karoline Correia Teófilo
Martilo Cirino Cardoso Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220813>

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 14..... | 143 |
| GESTÃO DE ÁGUA, ZIKA E OS CASOS DE MICROCEFALIA NO NORDESTE DO BRASIL | |
| Estela Miridan Rosas | |
| Alessandra Moraes da Rocha | |
| Carlos José Sousa Passos | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220814 | |
| SOBRE O ORGANIZADOR..... | 155 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 156 |

GESTÃO DE ÁGUA, ZIKA E OS CASOS DE MICROCEFALIA NO NORDESTE DO BRASIL

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 06/06/2022

Estela Miridan Rosas

Universidade de Brasília, Faculdade UnB
Planaltina
Planaltina, DF
<http://lattes.cnpq.br/8464638393710963>

Alessandra Moraes da Rocha

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, RJ
<http://lattes.cnpq.br/9574546691003010>

Carlos José Sousa Passos

Universidade de Brasília, Faculdade UnB
Planaltina
Planaltina, DF
<http://lattes.cnpq.br/6429611154970694>

RESUMO: A desigualdade social no Brasil é revelada por vários fatores, tais como insegurança alimentar, habitações em locais inapropriados, insalubridade ambiental, falta de saneamento básico, entre outros, e a situação ainda é mais emergente quando se trata de saúde pública. Se o novo coronavírus (SARS-CoV-2) hoje assola a humanidade de forma pandêmica, infelizmente, as epidemias por arboviroses ainda não nos deixaram em pleno século XXI. Assim, o objetivo desse trabalho foi demonstrar como as condições de saneamento básico e disponibilidade hídrica agravaram a incidência de síndrome congênita associada à infecção pelo vírus Zika na região Nordeste do

país. Para isso, foi realizada pesquisa qualitativa, com levantamento bibliográfico acerca do tema, além de levantamentos de dados secundários quanto à evolução epidemiológica da doença, assim como dos índices de abastecimento de água e esgotamento sanitário daquela região. Como resultado, constata-se que entre 2015 e 2019 mais de dois mil casos de microcefalia e outras malformações congênitas pelo vírus Zika foram registrados na região, o que corresponde a 62,5% do total de casos do Brasil nesse período. Entende-se que a discrepância desses dados em relação ao restante do país ocorreu pela interação com outras doenças aliadas às condições socioeconômicas da população da região. A região Nordeste concentrou a maior parte dos casos de microcefalia, alcançando cerca de 62% dos casos registrados no país. Destaca-se que a epidemia de microcefalia coincidiu com uma seca severa em Pernambuco, fazendo com que houvesse menos água nos reservatórios, e muitíssimo provavelmente causando a maior concentração de toxinas na água consumida pela população, com a consequente potencialização da ação do vírus da Zika na população daquele estado.

PALAVRAS-CHAVE: Microcefalia; seca; Nordeste.

WATER MANAGEMENT, ZIKA AND THE CASES OF MICROCEPHALY IN NORTHEAST BRAZIL

ABSTRACT: Social inequality in Brazil is revealed by several factors, such as food insecurity, housing in inappropriate places, environmental

insalubridade, falta de saneamento, entre outros, e a situação é ainda mais emergente quando se trata de saúde pública. Se o novo coronavírus (SARS-CoV-2) hoje assola a humanidade de forma pandêmica, infelizmente, as epidemias por arboviroses ainda não nos deixaram em pleno século XXI. Assim, o objetivo desta pesquisa foi demonstrar como as condições de saneamento e a disponibilidade de água agravaram a incidência de síndrome congênita associada ao vírus Zika na região Nordeste do país. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa, com um levantamento bibliográfico sobre o tema, além de pesquisas de dados secundários sobre a evolução epidemiológica da doença, bem como o abastecimento de água e os índices de saneamento básico da região. Como resultado, observa-se que entre 2015 e 2019 mais de dois mil casos de microcefalia e outras malformações congênitas causadas pelo vírus Zika foram registrados na região, o que corresponde a 62,5% dos casos no Brasil nesse período. Isso ocorre devido à interação com outras doenças aliadas às condições socioeconômicas da população da região. A região Nordeste concentrou a maioria dos casos de microcefalia, chegando a 62% dos casos registrados no país. É notável que a epidemia de microcefalia coincidiu com uma seca severa em Pernambuco, causando menor nível de água nos reservatórios e, provavelmente, uma maior concentração de toxinas na água consumida pela população, com a consequente potencialização da ação do vírus Zika na população desse estado.

KEYWORDS: Microcefalia; seca; Nordeste.

INTRODUÇÃO

A desigualdade social no Brasil é revelada por vários fatores, tais como insegurança alimentar, habitações em locais inapropriados, insalubridade ambiental, falta de saneamento básico, entre outros, e a situação ainda é mais emergente quando se trata de saúde pública. Se o novo coronavírus (SARS-CoV-2) hoje assola a humanidade de forma pandêmica, infelizmente, as epidemias por arboviroses ainda não nos deixaram em pleno século XXI.

O país como um todo vem sendo afetado ano a ano por essas doenças. Contudo, alguns estados apresentam números exponenciais por conta do grande quantitativo de pessoas em situação de pobreza. O vírus causador da Zika, assim como da dengue, da febre amarela e da Chikungunya é propagado pelo mosquito *Aedes aegypti* que é comumente encontrado na zona urbana devido ao acúmulo de água parada. Segundo Donalisio, Freitas e Von Zuben (2017), observa-se o estabelecimento definitivo do *Aedes aegypti* nas Américas de modo associado a mudanças climáticas, desmatamentos, urbanização desorganizada, inchaço das cidades, ausência de água e saneamento básico, deslocamentos populacionais, entre outros fatores.

Como Lesses e Kitron (2016) observaram, há um ditado que diz: «Mosquitos são democráticos; eles picam tanto os ricos como os pobres». Os autores observaram que, embora os insetos possam não ter uma consciência de classe muito desenvolvida, o fato é que a crise do vírus da Zika teve impactos bem diferentes em cada classe, grupo social ou gênero - como, aliás, já ocorrera com epidemias anteriores de doenças transmitidas

por mosquitos, da febre amarela à malária e à dengue. Em outras palavras, os danos do vírus da Zika constituem mais um indicador da desigualdade que persiste no Brasil contemporâneo, mesmo após várias décadas de democracia (Lesser e Kitron, 2016).

Com isso, esse texto tem como objetivo geral demonstrar, de acordo com a literatura técnica, como as condições de saneamento básico e disponibilidade hídrica agravaram a incidência da síndrome congênita associada à infecção pelo vírus da Zika, a microcefalia, na região Nordeste do Brasil.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada para o estudo foi pesquisa qualitativa, com levantamento bibliográfico acerca do tema, além de levantamentos de dados secundários quanto à evolução epidemiológica da doença, assim como dos índices de abastecimento de água e esgotamento sanitário daquela região.

ZIKA VÍRUS E SAXITOXINAS

Ao se falar em Zika, e especialmente das consequências do que foi vivido em 2015, os dados se tornam gritantes e alarmantes em termos de Geografia Social no Brasil. Infelizmente, os atores sociais vítimas da doença são, em sua maioria, os mesmos do início do século passado: pobres e moradores de áreas cuja salubridade é questionada. A região Nordeste, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2020 concentrava um valor proporcional a 47,9% de pobreza em relação ao restante do país. Enquanto isso, é importante ressaltar que o Nordeste brasileiro teve menor número de casos de Zika quando comparado a outras regiões, como a Centro-Oeste ou a Sudeste, mas apresentou maior incidência de microcefalia (Pedrosa et al. 2020). Dessa forma, questiona-se aqui por que isso ocorreu.

No livro de IlanaLöw (2019) intitulado 'A Zika no Brasil: história recente de uma epidemia' a autora aponta que os primeiros casos de Zika ocorreram no Nordeste brasileiro em 2015, quando os médicos perceberam um avanço nos casos de dengue atípica primeiramente no Rio Grande do Norte e em seguida na Paraíba e na Bahia. Em abril do mesmo ano, a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde do Brasil incluiu a Zika em seu processo de monitoramento de doenças que provocam erupção na pele. Naquele mesmo período, a Organização Panamericana de Saúde (OPAS), anunciara a presença do vírus no Nordeste Brasileiro. Em julho, todos os estados nordestinos já apresentavam casos de Zika.

Em agosto e outubro de 2015, números altos de microcefalia são observados em recém-nascidos, e foi a partir daí que os médicos e pesquisadores concluíram a trágica consequência do vírus para as mulheres e seus filhos nessa região do país. Dados do Ministério da Saúde revelam que entre 2015 e 2019, mais de dois mil casos de microcefalia

e outras malformações congênitas pelo vírus da Zika foram registrados na Região Nordeste, o que corresponde a 62,5% do total de casos do Brasil nesse período (Brasil, 2020). Uma hipótese para a discrepância desses dados em relação ao restante do país é a possível interação com outras doenças aliadas às condições socioeconômicas da população daquela região.

Em 2020, uma pesquisa desenvolvida em conjunto pelo Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino (IDOR), a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) foi concluída. Segundo esta pesquisa, a presença de toxinas na água consumida pela população nordestina contribuiu para aumentar o número de casos de microcefalia associados à epidemia do vírus da Zika na Região Nordeste (Pedrosa et al, 2020). Essas informações acendem ainda mais o alerta sobre o consumo de água e a qualidade com que esse recurso chega à população. O trabalho desenvolvido aponta que a água contaminada com saxitoxina - toxina produzida por cianobactérias - deixou mais vulnerável uma determinada população do Nordeste ao desenvolvimento de microcefalia, já que a associação do consumo de tal toxina e a infecção pelo vírus da Zika aumenta as chances de ocorrência da malformação encefálica. Sendo assim, não se podem minimizar os riscos da situação e que esse fato possa se refletir também em outras doenças.

Ressalta-se que a disseminação descontrolada de cianobactérias em reservatórios de água potável tem sido a causa de sérios problemas de saúde pública em todo o mundo. Mas, considerando-se o potencial de riscos à saúde, o que são as cianobactérias? Segundo a resolução do CONAMA de número 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água no artigo 2º, inciso VIII, são:

“microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde” (Brasil, 2005).

Ainda na pesquisa realizada por Pedrosa et al. (2020), avaliou-se a disseminação desses microrganismos e das saxitoxinas nas regiões brasileiras durante o surto de Zika, em um primeiro momento, in vitro – usando organoides do cérebro humano em concentrações de saxitoxinas semelhantes às encontradas em reservatórios de água da região Nordeste. Posteriormente, foi fornecida água contaminada por saxitoxinas a camundongos fêmeas, grávidas, que estavam infectadas pelo vírus da Zika durante a gestação. Concluiu-se que tais toxinas exacerbam a morte celular cerebral com a infecção do vírus da Zika.

Como a incidência de saxitoxinas em reservatórios de água era muito alta no Nordeste, o comprometimento neurogênico causado pelo vírus da Zika tanto in vitro quanto in vivo foi agravado consideravelmente. Com isso, concluiu-se que as cianobactérias podem ser consideradas cofator das malformações causadas pelo vírus da Zika no Brasil.

INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS, DE SANEAMENTO E DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA

De acordo com o boletim epidemiológico n. 47 da Secretaria de Vigilância em Saúde que relatou a situação epidemiológica da síndrome congênita associada à infecção pelo vírus da Zika em 2020, entre 2015 e 2019 a maioria dos casos confirmados concentrou-se na região Nordeste (n=2.207; 61,9%) do país, seguida da região Sudeste (n=735; 20,6%). Os estados com maior número de casos confirmados foram: Bahia (n=584; 16,4%), sendo Salvador o município com mais casos (n=284); Pernambuco (n=468; 13,1%), sendo Recife o município com mais casos confirmados deste estado (n=77); e Rio de Janeiro (n=305; 8,6%), sendo a maioria dos casos de residentes no município do Rio de Janeiro (n=141) (Brasil, 2020).

Ao se analisar os indicadores de atendimento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos Estados brasileiros, disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico, nota-se uma grande deficiência quanto ao saneamento básico nos estados da região nordeste:

| Região | Índice de atendimento total de água | Índice de atendimento urbano de água | Consumo médio per Capita de água |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| - | IN055 | IN023 | IN022 |
| - | Percentual | percentual | l/hab.dia |
| Amapá | 35,25 | 38,38 | 173,64 |
| Pará | 45,06 | 56,98 | 148,29 |
| Rondônia | 45,77 | 59,60 | 153,56 |
| Acre | 47,83 | 64,40 | 157,33 |
| Maranhão | 55,08 | 75,76 | 136,07 |
| Ceará | 61,79 | 77,92 | 127,37 |
| Paraíba | 74,06 | 91,61 | 113,80 |
| Alagoas | 75,51 | 90,40 | 118,50 |
| Piauí | 76,75 | 95,65 | 124,59 |
| Pernambuco | 78,92 | 90,46 | 97,03 |
| Bahia | 80,32 | 94,95 | 114,98 |
| Amazonas | 80,58 | 88,74 | 124,96 |
| Roraima | 80,93 | 99,54 | 142,11 |
| Tocantins | 81,00 | 97,45 | 130,06 |
| Espírito Santo | 81,35 | 92,45 | 166,78 |
| Rio Grande do Norte | 81,49 | 93,90 | 110,72 |
| Minas Gerais | 82,13 | 93,10 | 154,47 |
| Sergipe | 85,76 | 94,77 | 118,49 |
| Mato Grosso do Sul | 86,03 | 99,20 | 155,56 |

| Região | Índice de atendimento total de água | Índice de atendimento urbano de água | Consumo médio per Capita de água |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Rio Grande do Sul | 86,52 | 97,29 | 150,61 |
| Goiás | 87,68 | 95,95 | 137,87 |
| Mato Grosso | 87,93 | 97,27 | 164,25 |
| Santa Catarina | 88,30 | 97,26 | 151,19 |
| Rio de Janeiro | 91,63 | 93,19 | 242,91 |
| Paraná | 93,79 | 99,96 | 138,99 |
| São Paulo | 96,02 | 98,49 | 167,32 |
| Distrito Federal | 98,95 | 98,95 | 143,54 |

Tabela 1 - Indicadores – abastecimento de água tratada

Fonte: SNIS, 2019

| Região | Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água | Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água | Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto | Índice de coleta de esgoto | Índice de tratamento de esgoto | Índice de esgoto tratado referido à água consumida |
|---------------------|--|---|---|----------------------------|--------------------------------|--|
| - | IN056 | IN024 | IN047 | IN015 | IN016 | IN046 |
| - | percentual | percentual | percentual | percentual | percentual | percentual |
| Rondônia | 4,68 | 5,98 | 10,79 | 10,06 | 72,54 | 7,50 |
| Amapá | 6,08 | 6,76 | 7,98 | 14,77 | 91,10 | 13,92 |
| Pará | 6,27 | 8,44 | 14,11 | 12,50 | 37,36 | 6,25 |
| Amazonas | 9,86 | 11,30 | 13,56 | 31,45 | 95,79 | 30,11 |
| Acre | 11,11 | 15,31 | 24,81 | 18,97 | 99,94 | 18,97 |
| Piauí | 12,50 | 18,06 | 29,90 | 12,51 | 92,60 | 12,37 |
| Maranhão | 12,54 | 17,79 | 39,29 | 30,81 | 39,70 | 12,30 |
| Alagoas | 19,96 | 25,72 | 37,44 | 24,88 | 80,36 | 22,73 |
| Sergipe | 22,16 | 28,56 | 41,74 | 28,85 | 93,14 | 28,85 |
| Santa Catarina | 22,43 | 25,98 | 39,88 | 28,57 | 93,99 | 27,65 |
| Rio Grande do Norte | 23,83 | 30,06 | 38,02 | 29,95 | 89,37 | 28,36 |
| Tocantins | 24,45 | 31,06 | 53,00 | 28,78 | 98,44 | 28,40 |
| Ceará | 25,43 | 32,92 | 37,59 | 37,51 | 90,08 | 36,38 |
| <u>Pernambuco</u> | <u>26,27</u> | 30,97 | 41,38 | 30,39 | 73,19 | 30,28 |
| Rio Grande do Sul | 31,02 | 35,75 | 47,12 | 29,26 | 81,47 | 25,56 |
| Mato Grosso | 31,30 | 37,36 | 48,35 | 41,25 | 81,66 | 33,88 |
| Paraíba | 35,97 | 45,41 | 62,33 | 46,56 | 79,05 | 43,96 |
| <u>Bahia</u> | <u>37,69</u> | 49,85 | 61,52 | 54,09 | 85,50 | 49,64 |
| Roraima | 46,05 | 59,28 | 69,12 | 66,87 | 96,46 | 64,89 |

| Região | Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água | Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água | Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto | Índice de coleta de esgoto | Índice de tratamento de esgoto | Índice de esgoto tratado referido à água consumida |
|--------------------|--|---|---|----------------------------|--------------------------------|--|
| Mato Grosso do Sul | 47,30 | 55,07 | 59,55 | 42,40 | 99,71 | 42,37 |
| Goiás | 50,62 | 55,62 | 65,39 | 56,07 | 88,06 | 49,58 |
| Espírito Santo | 52,29 | 59,71 | 62,03 | 52,05 | 70,37 | 40,08 |
| Rio de Janeiro | 65,23 | 66,84 | 69,57 | 52,40 | 61,82 | 34,40 |
| Paraná | 69,53 | 79,89 | 86,22 | 71,65 | 99,61 | 71,37 |
| Minas Gerais | 71,24 | 80,23 | 84,71 | 64,93 | 47,04 | 37,90 |
| Distrito Federal | 86,72 | 86,72 | 86,72 | 83,73 | 100,00 | 83,73 |
| São Paulo | 89,38 | 92,27 | 92,27 | 80,56 | 80,14 | 64,28 |

Tabela 2 - Indicadores – esgotamento sanitário

Fonte: SNIS, 2019

Além dos baixos indicadores de atendimento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, o Estado de Pernambuco, que lidera o ranqueamento da síndrome congênita associada à infecção pelo vírus da Zika, possui uma disponibilidade hídrica per capita baixa, como observa-se a seguir:

| Estados | Potencial hídrico (km ³ /ano) | População (habitantes) | Disponibilidade <i>per capita</i> (m ³ /hab.ano) |
|---------------------|--|------------------------|---|
| Rondônia | 150,20 | 1.229.306 | 122.183 |
| Acre | 154,00 | 483.593 | 318.450 |
| Amazonas | 1.848,30 | 2.389.279 | 773.581 |
| Roraima | 372,30 | 247.131 | 1.506.488 |
| Pará | 1.124,70 | 5.510.849 | 204.088 |
| Amapá | 196,00 | 379.459 | 516.525 |
| Tocantins | 122,80 | 1.048.642 | 117.104 |
| Maranhão | 84,70 | 5.222.183 | 16.219 |
| Piauí | 24,80 | 2.673.085 | 9.278 |
| Ceará | 15,50 | 6.809.290 | 2.276 |
| Rio Grande do Norte | 4,30 | 2.558.660 | 1.681 |
| Paraíba | 4,60 | 3.305.616 | 1.392 |

| Estados | Potencial hídrico (km ³ /ano) | População (habitantes) | Disponibilidade <i>per capita</i> (m ³ /hab.ano) |
|--------------------|--|------------------------|---|
| Pernambuco | 9,40 | 7.399.071 | 1.270 |
| Alagoas | 4,40 | 2.633.251 | 1.671 |
| Sergipe | 2,60 | 1.624.020 | 1.601 |
| Bahia | 35,90 | 12.541.675 | 2.862 |
| Minas Gerais | 193,90 | 16.672.613 | 11.630 |
| Espírito Santo | 18,80 | 2.802.707 | 6.708 |
| Rio de Janeiro | 29,60 | 13.406.308 | 2.208 |
| São Paulo | 91,90 | 34.119.110 | 2.694 |
| Paraná | 113,40 | 9.003.804 | 12.595 |
| Santa Catarina | 62,00 | 4.875.244 | 12.717 |
| Rio Grande do Sul | 190,00 | 9.634.688 | 19.720 |
| Mato Grosso do Sul | 69,70 | 1.927.834 | 36.155 |
| Mato Grosso | 522,30 | 2.235.832 | 233.604 |

Tabela 3 - Disponibilidade hídrica dos Estados brasileiros

Fonte: Lima, 2001

Segundo Lima (2001), valores de disponibilidade inferiores a 1.700 m³/hab.ano indicam que o estresse hídrico é periódico e regular:

| Volume disponível per capita (m ³ /hab.ano) | Situação |
|--|---|
| > 1700 | Apenas ocasionalmente tenderá a sofrer problemas de falta d'água. |
| 1000 - 1700 | O estresse hídrico é periódico e regular. |
| 500-1000 | A região está sob o regime de crônica escassez de água. Nesses níveis, a limitação na disponibilidade começa a afetar o desenvolvimento econômico, o bem-estar e a saúde. |
| <500 | Considera-se que a situação corresponde à escassez absoluta. |

Quadro 1 - Consequências da disponibilidade hídrica

Fonte: Beekman apud Lima, 2001

Com isso, percebe-se que o cenário encontrado na região Nordeste, em especial no Estado de Pernambuco, quanto aos indicadores dos serviços de saneamento básico e quanto à disponibilidade hídrica per capita, pode ter favorecido a disseminação da síndrome. Isso ocorre porque períodos de seca favorecem a proliferação de cianobactérias nos corpos d'água lânticos, como lagos, represas e açudes (Oliver e Ribeiro, 2020).

De acordo com Pedrosa et al. (2020), entre 2014 e 2018 a região Nordeste mostrou

aproximadamente 34% das medições de concentração de cianobactérias acima de 20.000 células/mL, enquanto outras regiões mostraram não mais que 10% das medições nesta faixa. A informação pode ser observada na imagem abaixo:

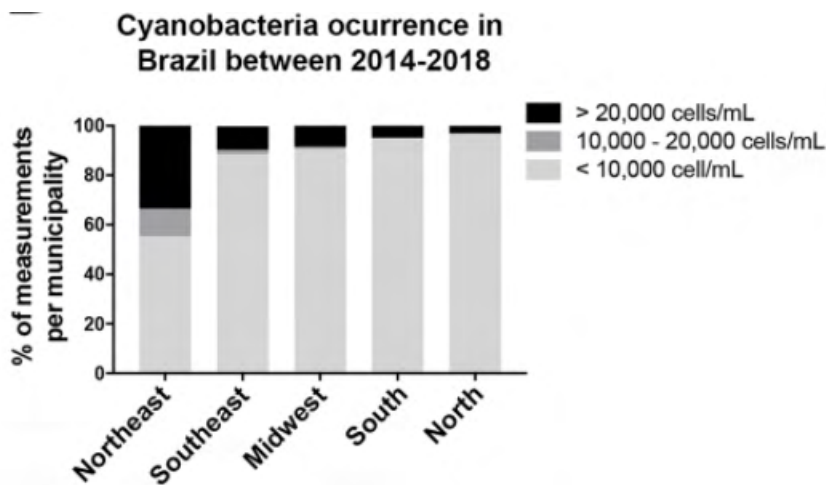


Figura 1 - Medições de ocorrência de cianobactérias no Brasil

Fonte: Pedrosa *et al*, 2020

Importante ressaltar que o valor máximo para reservatórios Classe II, segundo a aludida Resolução CONAMA 357/2005 é de 50.000 células/mL, o que pode indicar que o intervalo permitido pela Resolução possa não garantir a segurança da população, de acordo com as ocorrências da síndrome congênita na região.

MARCO DO SANEAMENTO DE 2021 E MELHORIAS NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA A POPULAÇÃO

Sancionado em julho de 2020, o novo Marco do Saneamento Básico no Brasil possui como meta principal garantir que, até 2033, 99% da população tenha acesso à água potável e 90% ao tratamento e à coleta de esgoto. Atualmente, trinta e cinco milhões de brasileiros não têm acesso à água tratada e mais de cem milhões não contam com serviços de coleta de esgoto, o que significa que serão necessários cerca de R\$ 500 bilhões para atender a toda demanda, segundo dados da ABCON (Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e de Esgoto).

De acordo com esse Marco, novas perspectivas no setor de serviços seriam abraçadas, já que haveria a necessidade de qualificar novos profissionais para garantir a universalização do recurso. Além disso, a legislação sancionada incentiva a concessão dos serviços de saneamento à iniciativa privada, uma vez que impede a celebração de Contratos de Programa sem licitação, mecanismo utilizado na maioria dos estados brasileiros para a

delegação dos serviços às prestadoras regionais ou companhias estaduais de saneamento (Ribeiro 2021).

Assim, e em tese, tal medida asseguraria a segurança hídrica da população brasileira. Contudo, não se sabe se esses investimentos, vindos da iniciativa privada, fomentarão o encarecimento dos serviços oferecidos. Para que isso não ocorra, é necessário que o poder público invista na estruturação de contratos robustos, que compatibilizem as metas determinadas pela legislação federal com a capacidade de pagamento da população. Além disso, devem ser incentivados mecanismos como a modicidade tarifária e a prestação regionalizada dos serviços, com vistas à geração de ganhos de escala, além da garantia da universalização e da viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços (BRASIL, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como dito anteriormente, a região Nordeste concentrou a maior parte dos casos de microcefalia, alcançando cerca de 62% dos casos registrados no país. Unindo esse dado à pesquisa realizada sobre a presença de cianobactérias na água consumida pela população nordestina e sua relação com o vírus da Zika, torna-se evidente que a segurança hídrica é um tema que merece destaque frequente ao se debater políticas de saúde pública. Pode-se perceber, então, que conforme Sousa, K. A.; Espindola, G. M.; Silva, C. E, (2020), a necessidade do monitoramento da seca ao longo do tempo nas cidades onde estão os reservatórios é de extrema importância, levando-se em consideração que a situação da seca gera alterações dos ambientes aquáticos.

Quanto aos impactos sobre a água listados a partir do grau de severidade da seca, conclui-se que variam entre déficits hídricos, falta de água iminente, escassez de água comum, escassez de água generalizada, e, por fim, e mais ainda preocupante, a escassez de água em reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergência. Um dos exemplos disso é o fato de que a epidemia de microcefalia coincidiu com uma seca severa em Pernambuco, fazendo com que houvesse menos água nos reservatórios, e muitíssimo provavelmente causando a maior concentração de toxinas na água consumida pela população e a consequente potencialização da ação do vírus da Zika. Os baixos índices de atendimento dos serviços de saneamento básico à população da região reforçam a vulnerabilidade a que essas pessoas estão sujeitas.

Portanto, a falta de acesso a saneamento básico e o maior comprometimento na qualidade da água distribuída à população, além de revelar o atraso social e o subdesenvolvimento econômico do país como um todo, implica não só na proliferação de agentes causadores de doenças, como pode acometer diversas gerações, devido às consequências imprevisíveis trazidas pelo meio natural ao qual estamos expostos, como o alto índice de casos de microcefalia relatados em crianças pobres.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil, Código de Financiamento 001). Os autores agradecem à Universidade de Brasília (UnB) e também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE N° 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

ABCON; KPMG (2020). **Quanto custa universalizar o saneamento no Brasil?** Acessado em <<https://abconsindcon.com.br/wp-content/uploads/2020/07/kpmg-quanto-custa-universalizar-o-saneamento-no-brasil-vFINAL.pdf>>

BRASIL. BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO 47 DA SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, DE NOVEMBRO DE 2020 - **“Situação epidemiológica da síndrome congênita associada à infecção pelo vírus Zika em 2020, até a SE 45”**, publicada em https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2020/dezembro/11/boletim_epidemiologico_svs_47.pdf.

BRASIL. LEI N° 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007. **“Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei n° 6.528, de 11 de maio de 1978.”**, publicada no DOU de 8.1.2007 e retificado em 11.1.2007.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. **“Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.”**, publicada no DOU de 18/03/2005.

DONALISIO, Maria Rita; FREITAS, André Ricardo Ribas; ZUBEN, Andrea Paula Bruno Von. **Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública**. Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 51, 30, 2017. <https://doi.org/10.1590/s1518-8787.2017051006889>.

Lesser, J; Kitron, U. **A geografia social do Zika no Brasil**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, volume 30, n° 88, São Paulo set./dez. 2016. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142016.30880012>

Lima, Jorge Enoch Furquim Werneck. **Recursos hídricos no Brasil e no Mundo** – Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001, 46 p. – (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; n° 33).

Lowy, Ilana. **Zika no Brasil: história recente de uma pandemia**. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2019, 171p. ISBN: 978-85-7541-638-9.

Oliver, S. L., & Ribeiro, H. (2020). **Zika virus syndrome, lack of environmental policies and risks of worsening by cyanobacteria proliferation in a climate change scenario**. Revista de Saúde Pública, 54, 83. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054002159>

Pedrosa CdSG, Souza LRQ, Gomes TA, de Lima CVF, Ledur PF, Karmirian K, et al. (2020) ***The cyanobacterialsaxitoxin exacerbates neural cell death and brain malformations induced by Zika virus***. PLoSNeglTropDis 14(3): e0008060. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008060>

Ribeiro, W. A. ***O contrato de programa. Novo marco do saneamento básico no Brasil*** [recurso eletrônico] / Carlos Roberto de Oliveira... [et al.]; organizado por Maria Luiza Machado Granzieira, Carlos Roberto de Oliveira. – Indaiatuba, SP: Editora Foco, 2021. 216 p.: il; Epub. ISBN: 9778-65-5515-161-9 (Ebook).

_____. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Diagnóstico Dos Serviços de Água e Esgotos, 2019, Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental; <<http://www.snis.gov.br>>.

Sousa, K. A.; Espindola, G. M.; Silva, C. E. da. ***Análise de atributos limnológicos em reservatórios do semiárido nordestino***. Revista Brasileira de Geografia Física, volume 14, nº 1, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.1.p357-371>

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Técnico em química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), bacharel em química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), licenciado em Química pela Universidade de Uberaba (2011), em Ciências Biológicas (2021) e em física (2022) pela Faculdade Única. Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Docência do Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), Especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021). Mestre (2015), Doutor (2018) e estágio pós-doutoral (2020-2022) em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente, vem atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (i) desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (ii) estudos de monitoramento de Contaminantes de Preocupação Emergente (CPE); (iii) desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (iv) aplicação de processos oxidativos avançados ($H_2O_2/UV-C$, $TiO_2/UV-A$ e foto-Fenton entre outros) para remoção de CPE em efluentes provenientes de estação de tratamento de esgoto para fins de reutilização; (v) estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CIE em diferentes matrizes aquáticas; (vi) educação ambiental e (vii) processos de alfabetização e letramento científico no ensino de ciências, química e biologia.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aedes aegypti 140, 144

Agência Nacional do Petróleo (ANP) 22, 27

Água potável 76, 96, 108, 109, 110, 118, 130, 131, 133, 137, 146, 151

Aquífero 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 122

Arboviroses 140, 143, 144, 153

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) 132, 141

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 3, 17, 40, 47, 65, 85

B

Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI) 87, 88, 89

Bactérias termotolerantes 77, 78, 79

Barragem 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

Biocombustíveis 22, 27

C

Caixa d'água 77, 81, 82, 123

Captação de água 79, 80, 108, 109, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 122

Cloração 77, 80, 81, 82, 83

Cloradores 77, 80, 81, 84, 85

Combustíveis 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 122

Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) 109, 110

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 14, 23, 28, 50, 58

Contaminantes 22, 38, 155

D

Desenvolvimento sustentável 130, 132, 141, 142

Desinfecção 50, 77, 79, 80, 122

Deterioração ambiental 35

Drenagem urbana 29, 30, 37, 124, 129, 130, 133

E

Ecossistema 126, 131

Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) 135

Escassez hídrica 108, 109, 115

Escoamento superficial 87, 88, 90, 92, 93

Esgotamento sanitário 49, 50, 57, 59, 117, 118, 120, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 138, 143, 145, 147, 149

Estação de Tratamento de Água (ETA) 136

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 38, 40, 41, 42, 46, 52, 58

Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) 48, 50

F

Filtros anaeróbios 61

Fossa séptica 60, 61, 62, 65, 77, 139

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) 65, 122, 127

Fundo das Nações Unidas para criança (UNICEF) 118

G

Gasolina 19, 21, 22

Gestão ambiental 1, 38, 39, 40, 45, 46, 47, 48

H

Hidrogeologia 20

I

Impactos ambientais 17, 38, 39, 40, 41, 42, 48, 130, 132, 139

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 59, 110, 115, 127, 130, 145

L

Lagos 109, 150

Legislação ambiental 1, 2, 4, 43, 101

Lençol freático 21, 22

Lodo 41, 42, 51, 52, 57, 61, 62

M

Macrodrenagem 30, 37

Mananciais 108, 109, 124, 125

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 16, 22, 23, 27, 28, 38, 39, 40, 45, 47, 48, 50, 58, 59, 67, 87, 107, 108, 117, 118, 125, 126, 129, 130, 131, 132, 134, 142

Microdrenagem 30

Modelagem hidráulica 66, 68, 71, 74, 76

O

Organização das Nações Unidas (ONU) 131, 142

P

Patógenos 38, 77, 80, 85

Piscicultura 95, 96, 99, 100, 102, 106, 107

Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANSAB) 133

Poços 19, 24, 27, 79, 80, 85, 109, 111, 114, 117, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 138, 152

Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) 4

Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) 2, 5

Poluentes atmosféricos 40

R

Reciclagem 2, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 126, 132

Recursos hídricos 19, 37, 43, 44, 59, 78, 108, 139, 142, 153

Represas 109, 150

Reservas hidrográficas 19

Resíduos sólidos 2, 3, 4, 5, 6, 17, 29, 32, 33, 35, 40, 41, 51, 117, 118, 122, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 137, 138, 140, 141

Reutilização 5, 16, 155

Rios 30, 96, 97, 106, 109, 139

S

Saneamento básico 3, 15, 17, 38, 39, 47, 48, 58, 59, 66, 67, 78, 108, 110, 117, 118, 120, 121, 124, 126, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 150, 151, 152, 153, 154

Saúde pública 3, 4, 12, 118, 124, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 139, 140, 141, 143, 144, 146, 152, 153

Saxitoxinas 146

Sistema de Gestão Ambiental (SGA) 38, 39, 40, 45, 46, 47

Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) 130

Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) 4

Sustentabilidade ambiental 5

V

Vírus Zika 143, 153

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br