

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](http://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>

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

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

*Data de aceite: 01/08/2022*

*Data da submissão: 17/06/2022*

### **Allison Pires dos Santos**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/7882593646768496>

### **Andréa Patrícia Castro Leite**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/3944094154952519>

**RESUMO:** Uma das grandes preocupações quanto ao gerenciamento dos resíduos é a sua destinação final ambientalmente correta em consonância as leis ambientais vigentes, visto que o volume de produção destes resíduos aumenta a cada dia. Neste contexto, o presente trabalho centrou-se em entender como ocorre a gestão dos resíduos em um restaurante localizado no município de Morros – Maranhão (MA) e identificar possíveis lacunas a serem preenchidas por ações mais adequadas de acordo com as diretrizes da Gestão Ambiental. A metodologia aplicada baseou-se numa pesquisa de campo exploratória, sendo antes feito um levantamento bibliográfico acerca do tema. Em seguida foram feitas observações in loco, com realização de entrevista semiestruturada para conhecimento das particularidades do ambiente em estudo, onde pôde-se conhecer as principais áreas da empresa e os resíduos gerados. Após esse levantamento, realizou-se a quantificação

e a classificação dos resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde da sociedade com base na Norma Brasileira 10.004:2004. Foram propostas diversas melhorias que venham a ajudar no controle e gerenciamento correto dos resíduos perigosos e não perigosos. Finalmente, conclui-se que gerenciar resíduos não é apenas encaminhar a uma disposição final adequada, mas envolve observar como os resíduos gerados em processos, podem gerar lucros para a empresa e evitar impactos negativos ao meio ambiente, resultando desta forma reflexos positivos na área social, econômica e na melhoria ambiental como um todo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão Ambiental. Legislação Ambiental. Gerenciamento de Resíduos. Restaurantes.

### WASTE MANAGEMENT ASSESSMENT: A CASE STUDY IN A RESTAURANT IN THE MUNICIPALITY OF MORROS, MARANHÃO

**ABSTRACT:** One of the major concerns regarding waste management is its environmentally correct disposal in line with current environmental laws, since the volume of production of this waste increases every day. In this context, the present work focused on understanding how waste management occurs in a restaurant located in the municipality of Morros - Maranhão (MA) and identifying possible gaps to be filled by more appropriate actions according to the Environmental Management guidelines. The methodology applied was based on an

exploratory field research, after which a bibliographic survey was carried out on the subject. Then, on-site observations were made, with a semi-structured interview to learn about the particularities of the environment under study, where it was possible to know the main areas of the company and the waste generated. After this survey, waste was quantified and classified in terms of potential risks to the environment and society's health, based on the Brazilian Standard 10.004:2004. Several improvements were proposed to help in the control and correct management of hazardous and non-hazardous waste. Finally, it is concluded that managing waste is not just directing it to an adequate final disposal, but involves observing how waste generated in processes can generate profits for the company and avoid negative impacts on the environment, thus resulting in positive reflexes in the social area, economic and environmental improvement as a whole.

**KEYWORDS:** Environmental Management. Environmental legislation. Waste management. Restaurants.

## 1 | INTRODUÇÃO

A degradação do meio ambiente decorrente das atividades humanas é cada vez mais expressiva, pois toda atividade gera algum tipo de impacto na natureza, na maioria das vezes, negativo.

No Brasil criou-se a Lei Federal Nº 12.305:2010 que institui a respeito da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), que “dispõe sobre os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, as responsabilidades dos geradores, do poder público, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis”.

Partindo desta realidade, o ramo alimentício ganha grande destaque em suas atividades e, como consequência, o impacto delas sobre o meio ambiente e a humanidade. O objetivo que motivou o presente estudo foi entender de que forma ocorre a gestão dos resíduos no restaurante localizado no município de Morros – Maranhão (MA) e, posteriormente, realizou-se a análise de como podem ser viabilizados estudos a fim de aproveitar os resíduos, seja para reuso, reciclagem ou gerando receita.

O desenvolvimento do trabalho deu-se a partir da pesquisa bibliográfica e de campo. Através da pesquisa bibliográfica foi possível realizar o levantamento de livros e artigos acerca do tema. As observações *in loco* e a entrevista semiestruturada foram desenvolvidas na pesquisa de campo. Além disso, realizou-se nessa etapa a caracterização e classificação dos resíduos produzidos no restaurante de acordo com a Norma Brasileira (NBR) 10.004:2004. Em seguida, foi identificado de como é feito o gerenciamento dos resíduos na empresa, confrontando com as diretrizes da legislação ambiental vigente.

O presente trabalho está dividido em cinco seções, incluindo a presente Introdução. A seção 2 apresenta o Referencial teórico que contempla: o conceito, a classificação e o gerenciamento dos resíduos, e a inserção dos restaurantes dentro problemática. A seção 3

apresenta o Estudo de Caso. A seção 4 descreve os Resultados e as Discussões. Por fim, a seção 5 apresenta as Considerações finais.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Conceito e classificação dos resíduos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT por meio da NBR 10.004:2004 apresenta a definição de resíduo sólido como “resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que provém de atividades de origem, industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

Quanto à classificação dos resíduos sólidos, de acordo com Vilhena (2018), podem ser de acordo com as características físicas (secos e molhados) e quanto à composição química (orgânico e inorgânico).

A classificação dos resíduos sólidos se dá principalmente em relação a sua origem (BRASIL, 2010) e quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente (ABNT, 2004). Quanto a sua origem, os resíduos podem ser classificados em: domiciliares, de limpeza urbana, sólidos urbanos, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, serviços públicos de saneamento básico, industriais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris, de serviços de transportes e de mineração.

No Quadro 1 será apresentada a classificação e a descrição dos resíduos quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, conforme a NBR 10.004:2004.

Tipo de resíduo		Descrição
CLASSE I – PERIGOSO		Aqueles que apresentam periculosidade, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas podendo apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. E ainda possuir as seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
CLASSE II – NÃO PERIGOSO	CLASSE II A – Não Inerte	Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - perigosos ou de resíduos classe II B - inertes. Eles podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
	CLASSE II B – Inerte	Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos de acordo com os riscos potenciais de contaminação do meio ambiente

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 10.004 (2004)

Ainda de acordo com a ABNT NBR 10.004:2004, a Figura 1 abaixo ilustra a caracterização e a classificação dos resíduos sólidos quanto ao risco à saúde pública e ao

meio ambiente.

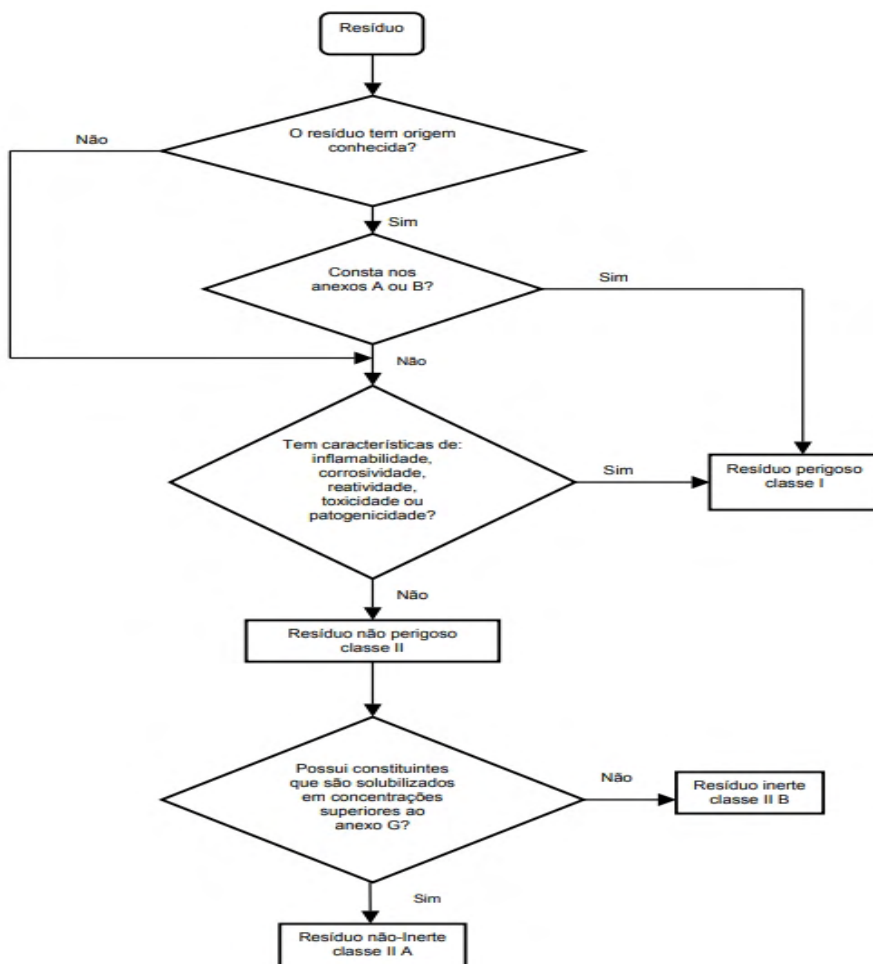


Figura 1 – Caracterização e classificação de resíduos sólidos quanto ao risco à saúde pública e ao meio ambiente

Fonte: ABNT NBR 10.004 (2004)

## 2.2 Legislação ambiental e características do gerenciamento de resíduos sólidos

Segundo Araújo (2017), a preocupação em proteger o meio ambiente no que tange as normas jurídicas brasileiras iniciou em 1981, com a criação da Lei Federal Nº 6.938:81, que estabelece princípios, objetivos e instrumentos para implementação da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), na qual também se criou o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).



Diante de todos os impactos negativos trazidos ao meio ambiente por conta do não gerenciamento correto dos resíduos sólidos, foi que no Brasil foi instituída a Lei Federal Nº 12.305:2010, que trata sobre a PNRS. Resíduos sólidos são um problema que deve ser gerenciado adequadamente, a fim de proteger a saúde humana, o meio ambiente e buscar a preservação dos recursos naturais (KATIYAR, 2019).

Pimenta e Marques Júnior (2006) relatam que o gerenciamento de resíduos sólidos é um procedimento que descreve como deve ser as condutas direcionadas ao manuseio dos resíduos sólidos no contexto dos estabelecimentos, considerando a separação dos rejeitos nas etapas de origem, coleta, manipulação, acondicionamento, armazenamento, transporte, minimização, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final.

Diante da busca por alternativas para diminuir a quantidade de resíduos gerados, a Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a respeito da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) apresenta os princípios, instrumentos, diretrizes e objetivos para gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, além de mostrar as responsabilidades dos geradores, do poder público, bem como instrumentos econômicos aplicáveis (PEREIRA; LEITE, 2021).

Segundo Vilhena (2018) os responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos gerados são apresentados no Quadro 2.

Tipos de lixo	Responsável
Domiciliar	Prefeitura
Comercial	Prefeitura – Até 50 quilogramas (kg) de acordo com a legislação municipal específica.
Público	Prefeitura
Serviços de Saúde	Gerador (Hospitais, etc.)
Industrial	Gerador (Indústrias)
Portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários	Gerador (Portos, etc.)
Agrícola	Gerador (Agricultor)
Entulho	Gerador

Quadro 2 – Responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos

Fonte: Vilhena (2018)

### 2.3 Práticas de sustentabilidade ambiental e restaurantes e sua inserção na problemática

As práticas de sustentabilidade ambiental devem estar inseridas nos estabelecimentos que produzem alimentos para que os mesmos estejam cumprindo o que diz na legislação, ajudando o meio ambiente sem agredi-lo e preservando os recursos naturais.

Dentro do setor gastronômico a sustentabilidade necessita da atenção de gestores, organizadores e colaboradores para que possa ocorrer mudanças comportamentais no

intuito de se reduzir os desperdícios de alimentos e conseqüentemente a geração de resíduos sólidos, tendo assim como consequência a redução dos custos (NERY *et al.*, 2013). É importante que se tenha uma preocupação maior em relação a reciclagem do óleo de cozinha, devido o mesmo ser altamente poluidor caso seja descartado em locais impróprios fazendo com que o mesmo atinja cursos de águas naturais.

Práticas de sustentabilidade em restaurantes não envolve apenas questões alimentares, segundo Sousa e Ferrari (2012), ações como fazer a substituição de todas as lâmpadas tubulares feitas de mercúrio por lâmpadas de *Light Emitting Diode* (LED) traz diversos benefícios para a empresa como a economia de energia.

## 3 | ESTUDO DE CASO

### 3.1 Restaurante

A empresa em estudo, localizada no município de Morros (MA), é composta por uma churrascaria que funciona com o sistema de atendimento em *self-service* e uma lanchonete. O público conta com um salão para consumo de refeições com aproximadamente 95m<sup>2</sup>, onde está localizado o balcão de *buffet* (área da churrascaria), já lanchonete conta com uma área de aproximadamente 140m<sup>2</sup> na área de consumo.

A rotina do empreendimento descrevendo o seu funcionamento é apresentado na Figura 2.

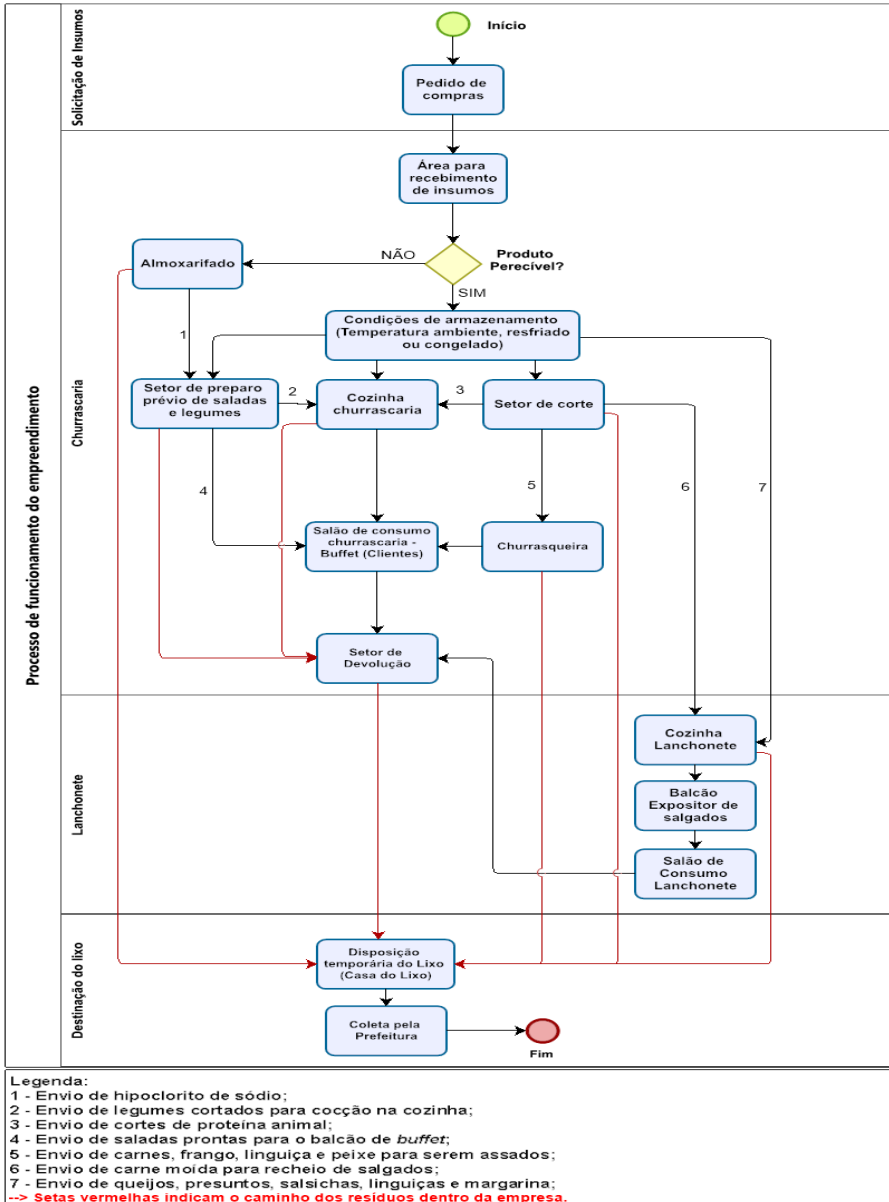


Figura 2 – Fluxograma do empreendimento descrevendo o seu funcionamento

Fonte: Autores (2022)

### 3.2 Áreas da empresa

A empresa conta com diversas áreas internas. Dentre elas, a área de preparo prévio de saladas e legumes onde são recebidas e processadas as hortaliças, os legumes e as verduras. Os resíduos gerados nessa etapa são principalmente orgânicos, por exemplo,

talos, vegetais, cascas e folhas.

A empresa possui duas cozinhas, uma na churrascaria e outra na lanchonete. Local onde todo o tipo de prato é preparado e logo em seguida é colocado à disposição dos clientes.

Nas duas cozinhas há a geração de óleo de fritura usado. Esses resíduos são alocados em vários tambores de 50 litros (L) sendo feito a sua retirada uma vez por mês por um morador da cidade para produção de sabão. Às vezes passa dois ou três meses guardado, pois o morador não busca com tanta frequência.

O setor de corte é a área responsável pelo preparo das proteínas animais que seguirá para a churrasqueira para serem assada. Os principais resíduos durante o processo de corte são: os retalhos de carnes (ver Figura 3), ossos, sebos, gorduras, caixas de papelão e sacos plásticos sujos de sangue onde as carnes vêm acondicionadas.



Figura 3 – Resíduo gerado no setor de corte

Fonte: Autores (2022)

Ao término das refeições em ambos os salões de consumos, todos os itens utilizados pelos clientes são destinados ao setor de devolução onde ocorre a higienização dos mesmos. Os outros resíduos gerados nessa etapa são acondicionados em sacos pretos, tais como: latas, garrafas plásticas, descartáveis em geral, garrafas de vidro, dentre outros e ao final do dia são encaminhados a casa do lixo.

Os restos dos alimentos deixados pelos clientes são recolhidas em um balde, mas são colocadas em um saco preto e também tem sua disposição feita na casa do lixo do empreendimento.

Existem outros setores importantes na empresa, tais como: almoxarifado, setor de estoque de produtos, setor de frente de caixa, setor de limpeza e a casa do lixo, localizada atrás do empreendimento e é destinada para disposição temporária do lixo.

As lixeiras e os tambores estão distribuídos pela empresa de acordo com a Figura

4. A coleta dos resíduos é realizada duas vezes por semana pela prefeitura do município.

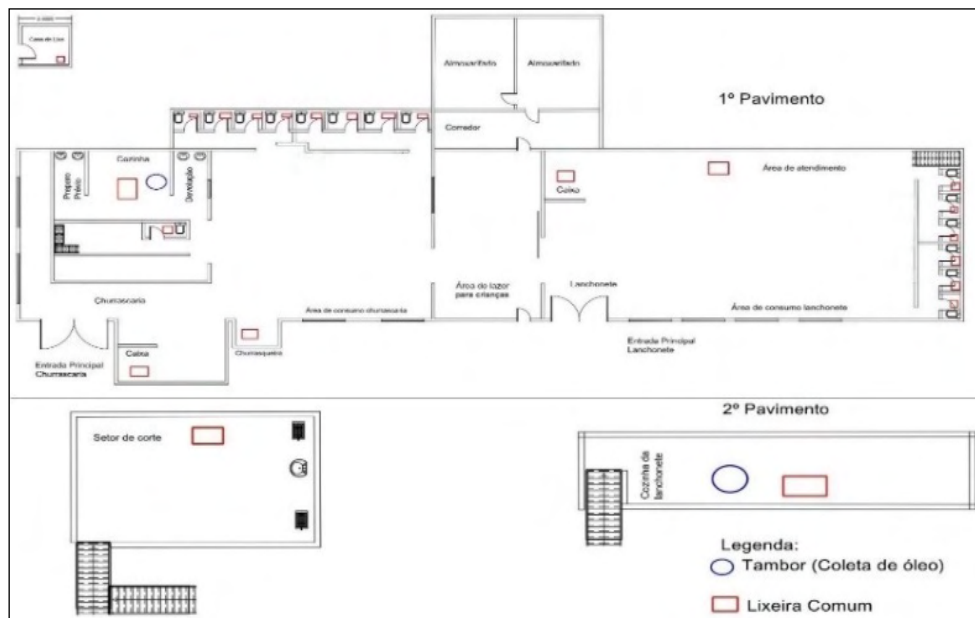


Figura 4 – Distribuição física das lixeiras e tambores pela empresa

Fonte: Autores (2022)

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização dos resíduos gerados

Após o levantamento de todos os setores e as atividades desenvolvidas dentro da empresa, houve a identificação dos resíduos gerados conforme demonstrado na Figura 5.

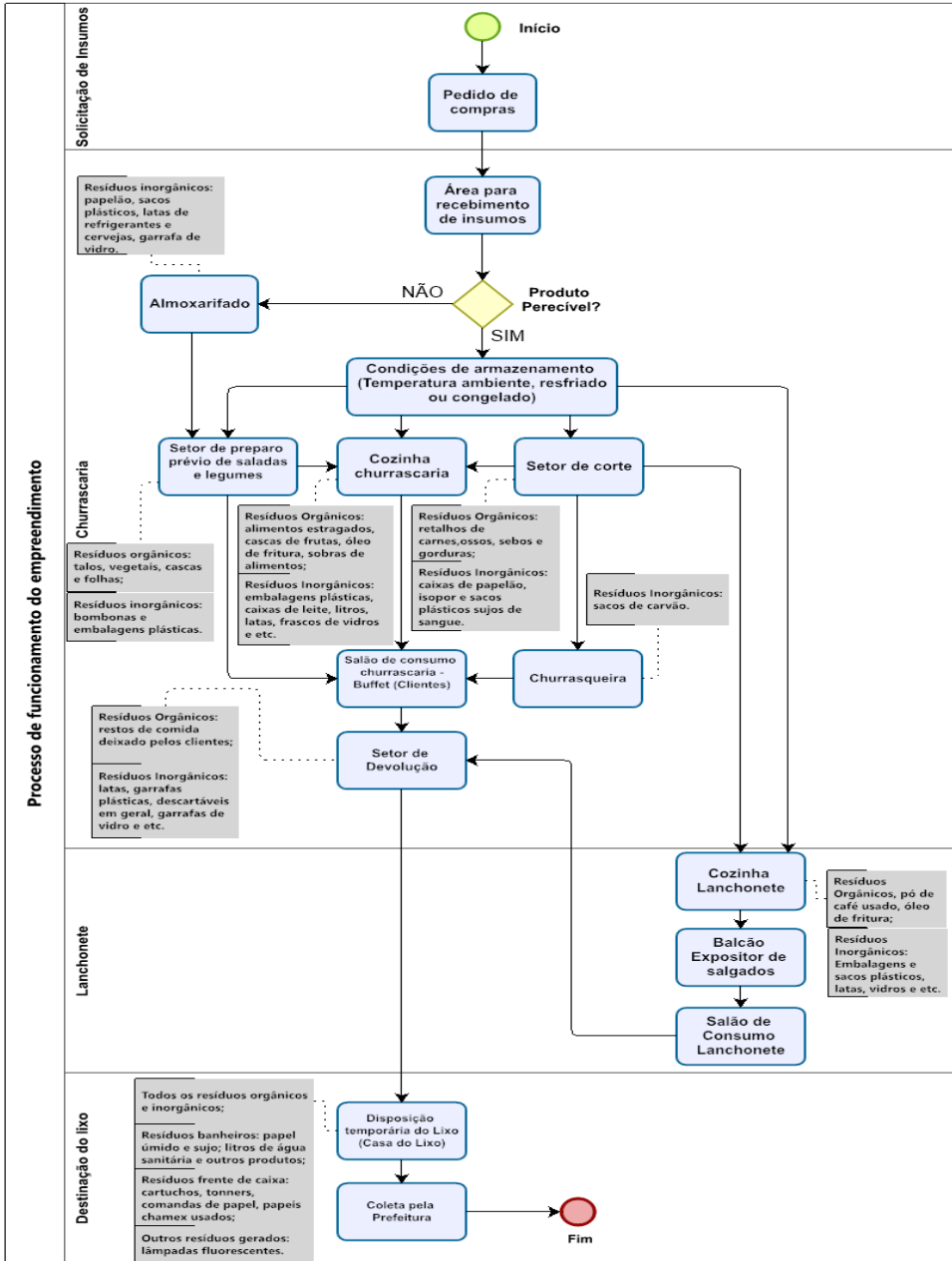


Figura 5 – Fluxograma contendo os resíduos gerados em cada etapa

Fonte: Autores (2022)

Após observação *in loco* e análise do fluxograma, foi possível fazer um levantamento e identificar quais resíduos são gerados em cada área (ver Quadro 3).

SETOR \ RESÍDUO	RESÍDUO																				
	Papelão	Papel	Plástico	Latas	Vídras	Óleo de fritura usado	Hortifrutí	Pó de café	Resíduo de carne	Resto de comida <sup>1</sup>	Sobras de comida <sup>2</sup>	Papel úmido e sujo	Bombonas	Embalagens plásticas	Casas de frutas	Sacos de carvão	Descartáveis em geral	Tonner e cartuchos	Lâmpadas fluorescentes	Embalagens PET	
Almoxarifado																					
Preparo prévio de saladas e legumes																					
Cozinha da Churrascaria																					
Cozinha da Lanchonete																					
Setor de corte																					
Churrasqueira																					
Salão de distribuição																					
Setor de devolução/Higienização																					
Setor de frente de caixa																					
Banheiros/Setor limpeza																					

1 - Restos de alimentos deixados nos pratos pelos clientes após as refeições;

2 - Sobras de alimentos processados e que não foram distribuídos aos clientes.

Quadro 3 – Identificação dos resíduos gerados por setor

Fonte: Autores (2022)

Em seguida, foi possível quantificar e classificar os resíduos, conforme a NBR 10.004:2004 (ver Quadro 4).

Tipo de resíduo	Quantidade mensal produzida	Classificação NBR 10004:2004		Destinação dada pela empresa
		Classe	Código de identificação	
Resíduo Orgânico <sup>1</sup>	446kg	Classe II A (Não perigoso)	(A001) Resíduo de restaurante (restos de alimentos)	Lixo comum
Pó de café usado	60kg	Classe II A (Não perigoso)	(A001) Resíduo de restaurante (restos de alimentos)	Lixo comum
Retalhos de carnes, ossos, sebos e gorduras	80kg	Classe II A (Não perigoso)	(A001) Resíduo de restaurante (restos de alimentos)	Lixo comum
Plástico em geral	60kg	Classe II B (Não perigoso)	(A099) – Outros resíduos não perigosos	Lixo comum
Latas de alumínio	104kg	Classe II B (Não perigoso)	(A005) – Sucatas de metais não ferrosos	Lixo comum
Vidro	375kg	Classe II B (Não perigoso)	(A099) – Outros resíduos não perigosos	Lixo comum
Papel úmido e sujo	430kg	Classe II A (Não perigoso)	(A006) - Resíduo de papel e papelão	Lixo comum
Papelão e papeis em geral	50kg	Classe II A (Não perigoso)	(A006) - Resíduo de papel e papelão	Lixo comum
Tonners e cartuchos	-	Classe II B (Não perigoso)	(A099) – Outros resíduos não perigosos	Lixo comum
Lâmpadas fluorescentes	-	Classe I - Perigoso	(F044) - Lâmpada com vapor de mercúrio após o uso	Lixo comum
Óleo de fritura usado	100L	Classe I - Perigoso		Coletado por morador

1 - Composto por: talos, vegetais, cascas, folhas, sobras e restos de comidas e cascas de frutas.

Quadro 4 – Quantificação e classificação dos resíduos conforme a NBR 10.004:2004

Fonte: Autores (2022)

Realizar a classificação quanto a sua periculosidade, em concordância a NBR

10.004:2004, é crucial, pois caso ocorra o descarte incorreto do resíduo, o mesmo pode causar riscos à saúde pública.

Através da coleta dos dados foi possível fazer a composição gravimétrica dos resíduos gerados, composição esta que demonstra o percentual de cada componente em análise em relação ao total dos resíduos gerados (ver Tabela 1).

Tipo de resíduo	Quantidade gerada mensal	
	Kg	%
Resíduo orgânico <sup>1</sup>	446	27,79%
Pó de café usado (Resíduo orgânico)	60	3,74%
Retalhos de carnes, ossos, sebos e gorduras (Resíduo orgânico)	80	4,98%
Plástico em geral	60	3,74%
Latas de alumínio	104	6,48%
Vidro	375	23,36%
Papel úmido e sujo	430	26,79%
Papelão e papeis em geral	50	3,12%
Toners e cartuchos	-	-
Lâmpadas fluorescentes	-	-
<b>Total</b>	<b>1605</b>	<b>100,00%</b>

1 – Composto por: talos, vegetais, cascas, folhas, sobras e restos de comidas e cascas de frutas.

Tabela 1 – Composição gravimétrica dos resíduos gerados

Fonte: Autores (2022)

Ressalta-se ainda que a empresa produz por mês cerca de 100 L de óleo de fritura. A seguir no Gráfico 1, a taxa de participação de cada resíduo gerado pela empresa.

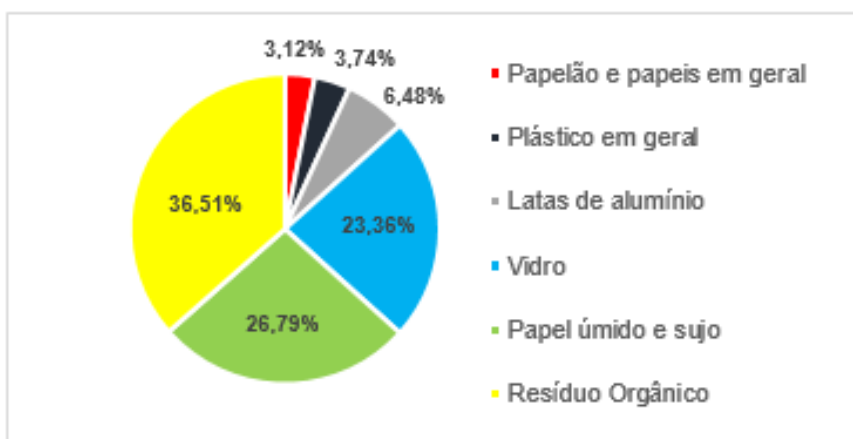


Gráfico 1 – Resíduos gerados e suas respectivas porcentagens

Fonte: Autores (2022)



Através do Gráfico 1 nota-se que a maior parte dos resíduos gerados na empresa são resíduos orgânicos (36,51%), sendo estes compostos pelos resíduos da cozinha da churrascaria, setor de devolução/higienização, corte de carne e pó de café usado na cozinha da lanchonete.

Apenas o óleo de fritura usado é coletado por um morador, pode-se concluir que é o único resíduo reaproveitado pela empresa para outros fins. Sendo assim, 1.605 quilogramas (kg) de resíduos por mês são destinados a coleta pela prefeitura, o que por ano equivale a 19.260 kg de resíduos gerados.

## 4.2 Propostas de melhorias

O empreendimento tem um grande potencial para reaproveitamento e/ou reciclagem dos resíduos gerados, em torno de 74%, o que diminuiria consideravelmente um envio exagerado de resíduos para ser coletado pela prefeitura. Desta maneira, de acordo com a literatura abordada, a primeira proposta diz respeito à destinação final adequada para os resíduos gerados, conforme a classificação de periculosidade da NBR 10.004:2004 (ver Quadro 5).

Resíduos gerados	Destinação final adequada
Resíduo Orgânico (talos, vegetais, cascas, folhas, sobras e restos de comidas e cascas de frutas)	Compostagem
Pó de café (Resíduo orgânico)	Compostagem
Plástico	Reciclagem
Papelão	Reciclagem
Vidro	Reciclagem
Latas de alumínio	Reciclagem
Lâmpada fluorescente	Reciclagem e/ou logística reversa (Prevista na Lei Federal 12.305)
Toners e cartuchos	Reciclagem e/ou logística reversa
Óleo de fritura usado	Coleta por empresa especializada
Retalhos de carnes, ossos, sebos e gorduras (Resíduo orgânico)	Coleta por empresa especializada
Papel úmido e sujo	Lixo comum (Rejeito)

Quadro 5 – Destinação final adequada para os resíduos gerados pela empresa

Fonte: Autores (2022)

Durante a etapa de geração dos resíduos é aconselhável que seu armazenamento e acondicionamento sejam feitos de forma separada para que seja possível realizar a reciclagem. Na empresa em questão, foi analisado que não existe a separação dos resíduos secos e molhados, visto que a mistura dos resíduos orgânicos com os recicláveis não é notada pelos colaboradores da empresa.

Treinar os funcionários quanto a separação dos resíduos e instalar lixeiras em pontos específicos é essencial para que se possa fazer a coleta seletiva dentro da empresa. Após

análise dos setores que mais geram resíduos, tais como: higienização e processamento dos alimentos, foi possível fazer um levantamento de onde instalar lixeiras apropriadas (Figura 6) para cada tipo de resíduo em consonância a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 275/2001, que estabelece o código de cores para diferentes tipos de resíduos.

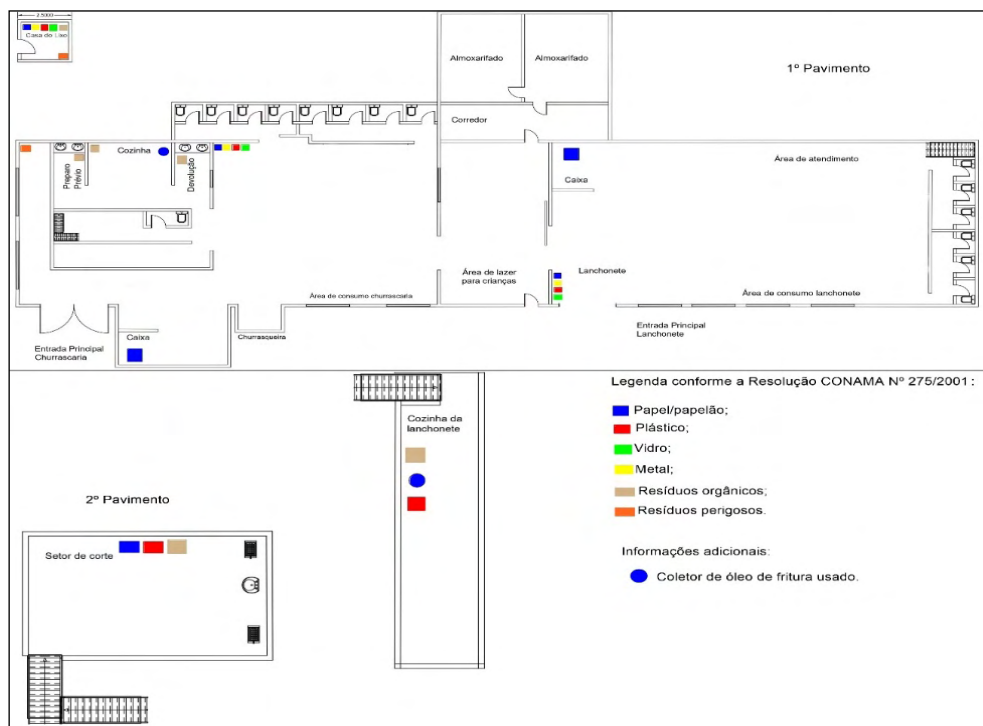


Figura 6 – Possíveis localizações das lixeiras na empresa

Fonte: Autores (2022)

As lixeiras ficam localizadas próximas aos pontos de devolução/higienização, pois assim que os pratos forem encaminhados ao setor, antes cada resíduo é colocado em sua lixeira correspondente. O mesmo se repete no salão de distribuição da lanchonete, área onde se registra alta geração de resíduos recicláveis.

A utilização da técnica da reciclagem faz com que o número de resíduos enviados para a coleta pela prefeitura seja menor, o que acaba ajudando o meio ambiente aumentando assim a vida útil dos aterros. Como as compras do estabelecimento são feitas semanalmente em caminhonetes em São Luís, é recomendado também que alguns resíduos recicláveis, tais como: plástico, papelão, vidro e alumínio sejam trocados no programa E+Reciclagem, através de uma parceria entre a empresa e a Equatorial Energia.

Segundo a Equatorial Energia (2021), o programa tem como objetivo contribuir

com o meio ambiente realizando a troca de materiais recicláveis por desconto na fatura de energia. Conforme a classificação da NBR 10.004:2004, as lâmpadas fluorescentes são classificadas como resíduo perigoso. Sendo assim, tais lâmpadas devem ser acondicionadas em local específico (caixa de papelão para tal fim) contendo identificação de fácil entendimento, para que depois sejam entregues em locais de entrega voluntária e/ou de reciclagem.

Em relação ao volume de óleo de fritura produzido, constatou-se uma produção de aproximadamente 100L por mês. De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) (2021), “1 litro de óleo pode contaminar até 25 mil litros de água”.

Diante disto, como o morador não faz a coleta com tanta frequência do produto e como não há conhecimento se o mesmo utiliza todo o resíduo coletado e por ser uma região de muitos cursos de água, é aconselhável se realizar parcerias com empresas que façam a coleta do resíduo perigoso. A exemplo, tem-se a Indústria de Reciclagem Animal do Maranhão (INDAMA) com uma filial em Paço do Lumiar – MA, mas que faz a coleta do resíduo em toda região metropolitana, incluindo o município de Morros – MA. O estabelecimento pode optar por receber R\$ 1,00 por litro do produto, obtendo-se assim lucro com a venda do resíduo, ou trocar por produtos de limpeza, tais como: sabão e detergente.

A empresa também faz a compra de subprodutos bovinos, por exemplo, os resíduos gerados no setor de corte de carnes bovinas. Como o corte ocorre durante os sábados e a realização da coleta pela empresa deve ser a mais fresca possível, seria uma possível solução aos resíduos da carne, visto que a empresa paga R\$ 0,50 por quilo do produto, gerando assim lucro para a empresa com a venda deste subproduto. Estes resíduos (4,98%) acabam servindo de matéria-prima para a produção de farinha de carne e ossos, que é rica em proteína, cálcio e fósforo. Esta farinha no final do processo é utilizada como ingrediente na fabricação de rações para animais.

Na tentativa de diminuir o alto envio de matéria orgânica para ser coletados pela prefeitura. E levando em conta que a produção de resíduos orgânicos, principalmente das sobras (alimentos preparados e não servidos) são altos (em torno de 234 kg), poderiam ser destinados a doação para a comunidade mais vulnerável do município via distribuição de marmitas. Para realização de tal prática é necessário seguir o monitoramento da Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) N° 216:2004 que trata sobre o tempo e a temperatura de armazenamento do alimento já preparado.

Se a empresa seguir a legislação corretamente e destinasse cada resíduo de forma adequada no final do processo como mostrado nos parágrafos acima, apenas 26,79% do que é gerado seria destinado a coleta pela prefeitura e os 73,21% teriam sua destinação feita de outras maneiras obedecendo a legislação (Gráfico 2).

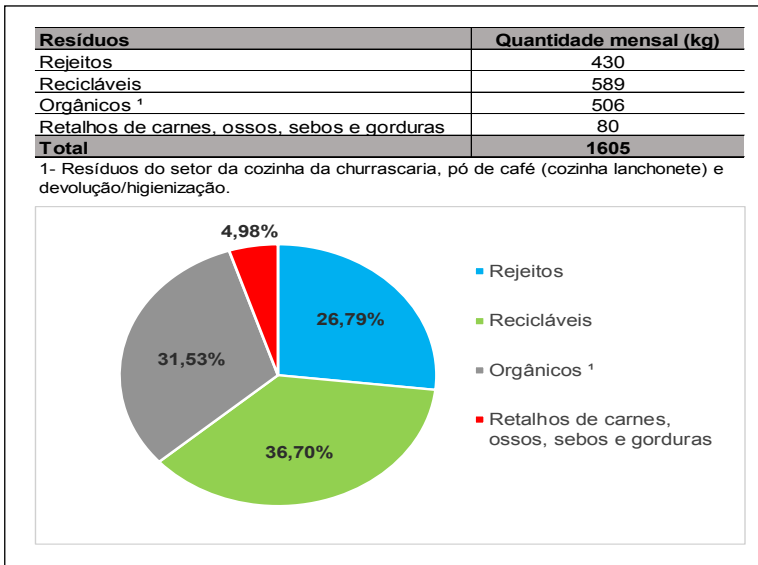


Gráfico 2 – Composição gravimétrica dos resíduos gerados e suas taxas de participação

Fonte: Autores (2022)

## 5 | CONCLUSÕES

Pode-se perceber que a empresa em questão não preconiza o que diz na Lei Federal N° 12.305:2010, sobre a não geração, à redução, à reutilização, à reciclagem, ao tratamento dos resíduos gerados e a sua disposição ambientalmente correta. É necessário um trabalho constante de educação ambiental para que as práticas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos passem a fazer parte do dia a dia dos colaboradores da empresa com a finalidade de adequar a empresa à legislação vigente.

Destaca-se ainda a falta de conhecimento sobre a importância do descarte correto das lâmpadas fluorescentes, classificadas como resíduo perigoso pela NBR 10.004:2004, sendo as mesmas depositadas em lixo comum trazendo riscos ao meio ambiente e sociedade.

Por ano, cerca de 14.100 kg de resíduos são enviados a mais para serem coletados, dos quais 6.072 kg poderiam ser destinados a compostagem e 7.068 kg de materiais que podiam ser reciclados. Assim como 960 kg de retalhos de carne por ano e 1.200 L de óleo usado teriam uma destinação correta com a coleta por uma empresa especializada sendo mais uma fonte de receita para a empresa.

Portanto, a empresa envia um total de 19 toneladas (T) de resíduos para ser coletados por ano pela prefeitura, se caso houvesse uma correta segregação dos resíduos gerados por ela, será possível chegar a uma redução bem expressiva, ou seja, sendo destinados apenas 5 toneladas de rejeitos anualmente.

Finalmente pode-se concluir, que a principal contribuição desta pesquisa foi

proporcionar a empresa uma maneira de como tratar adequadamente os resíduos por ela produzido de acordo com a sua periculosidade, onde fosse cumprido as diretrizes da PNRS podendo assim ajudar a reduzir os impactos ambientais negativos, melhorando a imagem da empresa perante o público e contribuir no processo de regularização ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. P. V. **Tributos verdes**: o ICMS de Pernambuco e sua função ambiental. 2017. 50f. Monografia (Graduação em Bacharel em Direito) - Faculdade Damas da Instrução Cristã, Pernambuco, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004:2004**: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 3 ago. 2010. Seção 1, p. 3.
- EQUATORIAL ENERGIA – **Programa E+ Reciclagem**. 2022. Disponível em: <https://ma.equatorialenergia.com.br>. 2021. Acesso em: 20 jan. 2022.
- KATIYAR, M. Solid Waste Management. **Journal of Construction and Building Materials Engineering**, v. 3, n. 2, 2019.
- PEREIRA, L. S.; LEITE, A. P. C. Ações para gerenciamento de resíduos sólidos diante da abordagem SODA: Uma perspectiva dos cidadãos de Recife/PE. *In*: Simpósio de Engenharia de Produção, 28., 2021, Bauru. **Anais**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2021.
- NERY, C. H. C.; CONTO, S. M.; ZARO, M.; PISTORELLO, J.; PEREIRA, G. S. Geração de resíduos sólidos em eventos gastronômicos: o Festiqueijo de Carlos Barbosa, RS. **Revista Rosa dos Ventos**, Caxias do Sul, v. 5, n. 2, p. 264-279, 2013.
- PIMENTA, H. C. D.; MARQUES JÚNIOR, S. Modelo de gerenciamento de resíduos sólidos: um estudo de caso na indústria de panificação em Natal-RN. *In*: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006, Fortaleza. **Anais**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Produção, 2006.
- SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Agência de Notícias**. 2021.
- SOUSA, T. C.; FERRARI, L. C. B. Análise econômica da substituição de lâmpadas fluorescentes por tecnologia LED em uma empresa de manutenção de máquinas. *In*: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Produção, 2012.
- VILHENA, André (coord.). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 4.ed. São Paulo: CEMPRE, 2018.

# CAPÍTULO 2

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

*Data de aceite: 01/08/2022*

*Data de submissão: 28/06/2022*

### **Wendel Miguel Barbosa Alves**

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de tecnologia  
Manaus - AM  
orcid.org/0000-0002-7245-3290

### **Cristianlia Amazonas da Silva Pinto**

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de tecnologia  
Manaus - AM  
orcid.org/0000-0002-1121-857X

### **Sávio Raider Marques Sarkis**

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de tecnologia  
Manaus - AM  
orcid.org/0000-0001-7275-044X

**RESUMO:** Apresenta-se nesse projeto o material produzido para realização do estudo dos riscos de contaminação que postos de combustíveis da cidade de Manaus apresentam aos lençóis subterrâneos da cidade. A vulnerabilidade do solo, levada em consideração no estudo, fez-se perceber o quão necessário é o seguro armazenamento de combustíveis, uma vez que podem vir a contaminar não somente o solo, mas também o aquífero que abastece a localidade. Utilizando várias referências técnicas e correlacionando uma série de dados, foi possível confeccionar planilhas com as localizações dos postos da cidade de Manaus, a zona da cidade

com maior número de postos e, em conjunto com mapas hidrográficos da cidade, determinaram-se as regiões que apresentam maior fragilidade e risco de contaminação por vazamento de combustíveis. Foram realizados estudos e visitas em postos de combustíveis na cidade a fim de se verificar a conformidade legislativa dos locais, como é realizado o armazenamento, medidas de segurança para prevenção e contenção de derrames de óleo e como os funcionários estão preparados para lidar com essas situações. Em todo o município de Manaus, as regiões que necessitam de maiores cuidados são as regiões Norte e Sul, devido ao elevado número de postos localizados chegando a atingir 46% do total de postos em todo o município. A região oeste, apesar de não possuir um valor elevado de postos de abastecimento na região, deve ser levada em consideração por apresentar a maior vulnerabilidade de aquífero, sendo este atingido em cerca de 20 metros de profundidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Segurança ambiental; Aquíferos; Postos de combustíveis.

### STUDY OF SAFETY STANDARDS AND MEASURES APPLIED TO FUEL SUPPLY STATIONS IN A REGION OF THE CITY OF MANAUS (AM)

**ABSTRACT:** The project presents the material produced to carry out the study of the risks of contamination that gas stations in the city of Manaus present to the city's underground water. The vulnerability of the soil, taken into account in the study, made it clear how necessary is the safe storage of fuels, since they can contaminate not only the soil, but also the aquifer that supplies the

locality. Using several technical references and correlating a series of data, it was possible to create spreadsheets with the locations of the stations in the city of Manaus, the area of the city with the highest number of stations and, together with hydrographic maps of the city, the regions that have greater fragility and risk of contamination by fuel leakage. Studies and visits were carried out at gas stations in the city in order to verify the legislative compliance of the places, how the storage is carried out, safety measures for the prevention and containment of oil spills and how the employees are prepared to deal with these situations. Throughout the city of Manaus, the regions that need greater care are the North and South regions, due to the high number of health centers located, reaching 46% of the total number of health centers in the entire municipality. The western region, despite not having a high value of service stations in the region, should be taken into account because it presents the greatest vulnerability of the aquifer, which is reached in about 20 meters of depth.

**KEYWORDS:** Environmental security; Aquifers; Fuel stations.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em Manaus, existem cerca de 2000 poços catalogados para monitoramento e exploração dos recursos hídricos na cidade, sendo a maior parte deles para uso doméstico. Esses poços estão espalhados por todo o município e com diferentes profundidades, devido às diferentes profundidades necessárias para atingir o aquífero. Nota-se a concentração de postos em regiões com maior população, tais como as regiões Norte e Centro-sul.

Em contrapartida, existem aproximadamente 290 postos de combustíveis com autorização para abastecimento na cidade e os mesmos são distribuídos por todas as zonas distritais da cidade. Percebe-se, no entanto, a concentração de postos em bairros com as maiores taxas de população, fazendo com que a sua região apresente um inchaço de postos de combustíveis. Podem ser citadas as regiões Centro-Sul, Norte e Sul da cidade com cada região apresentando, respectivamente, 60, 66 e 68 postos autorizados para revenda e distribuição de gasolina, totalizando 68% da quantidade total de postos na cidade.

Devido ao grande número de postos na cidade e devido às condições do solo que separa as reservas hidrográficas subterrâneas da superfície, tornam-se mais importantes os cuidados para que a água que abastece grande parte da população não apresente contaminação por combustíveis nocivos à saúde humana quando ingeridos.

A fim de evitar desastres provenientes do mau armazenamento de combustíveis e condições precárias de estocagem, surge a necessidade de monitoramento de postos nas regiões onde os aquíferos apresentam maior vulnerabilidade de contaminação a partir da superfície terrestre.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo o Diário Oficial de Manaus (2010):

"A cidade de Manaus é situada no coração da floresta amazônica. Com mais de 2,1 milhões de habitantes, de acordo com o último censo demográfico realizado em 2018, a cidade é a capital do estado do Amazonas e a mais importante de toda a Amazônia ocidental. Sua localização geográfica é dada pela sua latitude de 3° 06' 26" sul e com longitude de 60° 01' 34" oeste." (Diário Oficial de Manaus, 2010)

O relevo apresenta altitude máxima inferior a 100 metros em relação ao nível do mar e tem como características as planícies, os baixos planaltos e as terras firmes, sendo a primeira a predominante em praticamente toda a cidade.

## 2.1 Formação geológica

O conjunto de rochas que compõem o quadro litoestratigráfico da região de Manaus faz parte da Bacia sedimentar amazônica com sua área emersa da região na Formação Alter do Chão.

A formação rochosa Alter do Chão, uma formação que teve sua deposição sedimentar no final do período cretáceo e se prolongou até o período terciário, apresenta deposições rochosas dos tipos arenitos avermelhados, argilitos e conglomerados além de brechas intraformacionais, tradicionalmente atribuídos a sistemas fluviais e lacustre/deltaico.

## 2.2 Hidrogeologia da região

De acordo com Daemon (1975, p.58):

"A cidade de Manaus é localizada na região do aquífero Alter do chão que possui volume de água de 86 mil km<sup>3</sup> e pouco mais de 400 mil km<sup>2</sup> de área abrangendo parte dos estados do Amazonas, Pará e Amapá. Este aquífero é considerado do tipo misto por apresentar um aquífero livre em sua porção superior com profundidade em torno de 50 m, além de um aquífero denominado fechado ou confinado em sua parte inferior, com profundidade de 430 m sendo esse de difícil acesso."

A seguir, na Figura 1, apresenta-se a representação esquemática do aquífero Alter do Chão:





Figura 1: Representação da área do aquífero Alter do Chão. (PENA, 2014)

### 2.3 Comportamento dos combustíveis em subsuperfície

Para que se possa compreender de que maneira os combustíveis derivados do petróleo se comportam mediante ao seu escoamento em subsuperfície, é necessário levar em consideração características destes fluidos em relação a água fazendo com que seja possível um estudo de caso do tema. Segundo Freeze, essas características são a sua alta solubilidade, variando entre 20 e 80 mg/L e a menor densidade quando comparado com a água.

A partir de um vazamento, dependendo das condições de permeabilidade do solo, o processo de migração da gasolina em direção ao lençol freático se dá por três estágios distintos:

- 1) O combustível se infiltra no terreno devida atuação da gravidade;
- 2) Ao atingir o lençol freático a infiltração do combustível cessa;
- 3) Ocorre a migração lateral do combustível dissolvido de acordo com o fluxo das águas subterrâneas.

No último estágio a chamada pluma de contaminação pode atingir distâncias consideráveis dependendo do volume de combustível vazado (Figura 2).

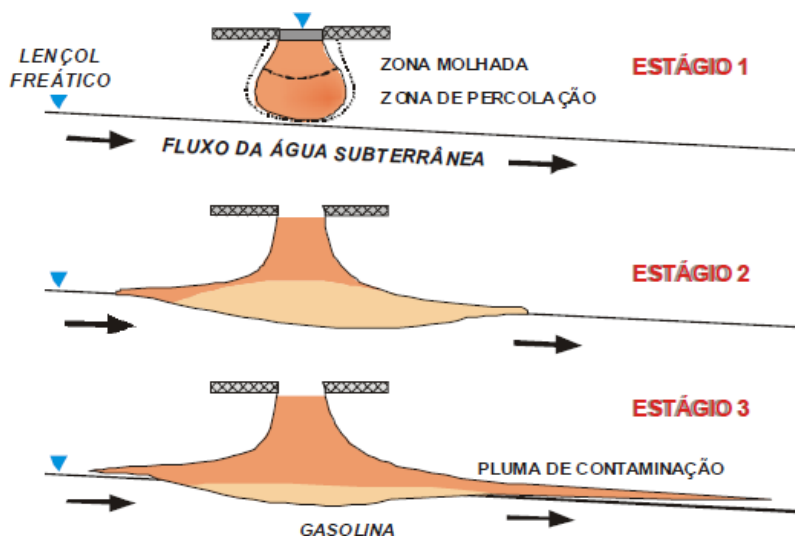


Figura 2: Estágios de migração da gasolina infiltrada no subsolo até o lençol freático. (SIQUEIRA et al, 2002)

### 3.1 MÉTODOS UTILIZADOS

Os métodos utilizados neste projeto partiram do conceito de análise de riscos de contaminação de postos de combustíveis em Manaus, uma vez que o tema se relaciona com a saúde humana e o risco de contaminação ao meio ambiente. Com base nisso, a metodologia se dividiu em 6 partes, adequando-se a metodologia proposta por Siqueira *et al* (2002):

- 1) Levantamento de dados preliminares;
- 2) Obtenção de dados cadastrais dos postos de combustíveis na Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP);
- 3) Correlação dos dados obtidos com informações distritais da cidade;
- 4) Análise de zona de estudo de acordo com as características do aquífero Alter do Chão;
- 5) Obtenção de dados por meio de inspeção de postos de abastecimento condizentes ao local definido para estudo;
- 6) Tratamento estatístico dos dados levantados.

Com base na divisão metodológica, pode-se identificar que o trabalho fora simplificado para não abordar temas como o período de exposição e o índice de toxicidade dos contaminantes.

#### 3.1 Levantamentos Preliminares

Na primeira fase do projeto, foram utilizadas as normas vigentes de segurança dos

postos de combustíveis na cidade de Manaus para que se identifique como deveriam ser realizados os planos de combate a vazamentos dos tanques como de riscos de acidentes de trabalho nos postos.

Baseou-se nas leis do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), além da Norma Regulamentadora 20 que rege o que diz respeito à segurança de operação em postos de abastecimento.

### **3.2 Obtenção de dados dos postos de combustíveis de Manaus**

Nesta etapa, fora realizada uma busca dos dados cadastrais dos postos de combustíveis que possuem licença para a revenda de combustíveis na cidade. Essa busca teve como principal objetivo definir a quantidade de postos na cidade, como a distribuição dos postos de deu na cidade e quais fatores levaram a essa distribuição para que na etapa de definição da área de estudo, possa ser levados tais dados em consideração.

### **3.3 Correlação dos dados obtidos com informações distritais da cidade**

Buscou-se agora a relação distrital da cidade com informações de habitantes por bairro e por zona distrital, bem como a divisão das zonas distritais para somar com os dados obtidos na etapa anterior, a fim de que se possua uma maior precisão na etapa posterior de determinação da localização para estudo aprofundado do tema.

### **3.4 Análise de zona de estudo de acordo com as características do aquífero**

Nesta etapa é realizado, a partir de cartas divulgadas pelo Serviço geológico do Brasil CPRM, o estudo hidrogeológico da cidade onde são apresentados aspectos como vulnerabilidade, volume de água, zona de transmissividade e zona de produtividade e do aquífero Alter do Chão bem como a topografia da região de Manaus.

Com esses mapas e os dados obtidos anteriormente decidiu-se à zona a ser estudada, em função da maior vulnerabilidade a contaminação tomando a região mais suscetível a vazamentos dos tanques de armazenagem.

### **3.5 Obtenção de dados por inspeção**

A inspeção no local de estudo serviu para obter as informações relevantes ao estudo da pesquisa nesse projeto. A luz das normativas legais para os postos autorizados a revenda de combustíveis elaborou-se um questionário, para facilitar a entrevista *in loco* e o entendimento dos dados em análise junto aos possíveis entrevistados nos locais. O questionário fora dividido em tópicos:

- Dados gerais: Seção destinada aos dados gerais do posto analisado, com nome de responsável, Localização, tempo de operações do posto, bandeira e distribuidor.
- Licenciamento: Seção que trata das licenças e certificados necessários para funcionamento do estabelecimento.

- **Análise de distribuição:** Parte do questionário que trata de fiscalização do combustível que chega ao local por meio de distribuidoras autorizadas.
- **Trabalhadores e controle de operações:** Seção que diz respeito à quantidade de trabalhadores empregados no local, as qualificações e competências dos mesmos, a existência de um controle de fluxo de vendas e compras, medidas de segurança adotadas para prevenção de contaminação de efluentes e localizações próximas.
- **Tanques armazenadores:** Seção final que trata das especificações dos armazenadores de combustível, testes de integridade dos tanques, quantidade de fiscalizações realizadas e métodos de detecção de vazamentos presentes.

### 3.6 Tratamento estatístico dos dados

Na etapa final foi visado demonstrar os dados catalogados no decorrer deste. A correlação das informações favoreceu a apresentação dos resultados de modo mais acessível, inclusive quanto ao retorno a sociedade. As informações quando filtradas demonstram de modo mais prático as atitudes que devem ser tomadas em determinada área diante da realidade coletada. Diante disso, determinou-se o que pode ser feito no local de estudo para se evitar vazamentos ou, se por ventura houver, como minimizar o prejuízo ambiental com um possível vazamento em progresso.

## 4 | RESULTADOS

Ao pesquisar sobre os poços tubulares na cidade de Manaus, fora descoberto uma problemática bastante séria, o uso descontrolado dos aquíferos e sua diminuição exponencial de volume devido ao grande número de poços clandestinos e sem fiscalização na cidade. Com base no mapa hidrogeológico do SIAGAS, Manaus apresenta 2000 poços cadastrados no seu sistema, o órgão estima ainda que existam mais de 300 poços clandestinos na cidade, sem ter fiscalização ou controle de vazão, gerando um esgotamento de recurso descontrolado na cidade.

Com base nos estudos realizados na seção 3.1, determinou-se que as regulamentações legais se encontram nas seguintes leis:

- Licenciamento ambiental (CONAMA);
- Ordenamento do LMC segundo a ANP;
- Análise de distribuição de combustíveis (ANP);
- Treinamento e frequência segundo NR 20;
- Conformidade de tanques armazenadores segundo ANP e NR 20;
- Medidas de precaução e segurança em caso de vazamentos de combustíveis de acordo com CONAMA, ANP e NR 20.

Ao pesquisar sobre a quantidade de postos atuantes na cidade de Manaus, elaborou-se uma planilha com dados de todos os postos cadastrados na Agência Nacional de Petróleo incluindo N° de autorização da ANP, Data de publicação no Diário Oficial da União, Código SIMP, Razão social, CNPJ, Endereço, Cep, município e data de vinculação à distribuidora, além disso fora adicionado o bairro ao qual está localizado, bem como a região distrital e as coordenadas geográficas dos mesmos (Figura 3).

Pôde-se perceber que as maiores concentrações dos postos de combustíveis na cidade de estudo são as regiões centro-sul e norte, sendo a primeira devido à idade de habitação local, sendo essa a parte mais antiga da cidade e, a segunda devido ao grande volume populacional presente nesta região, em função da expansão da cidade.

**Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**  
**Superintendência de Distribuição e Logística**  
**Data de extração dos dados: 19/09/2018**

**POSTO REVENDEDOR - Revendedor Varejista de Combustíveis Automotivos Em Operação**

Nº Autorização	Data Publicação DOU - Autorização	Código Simp	Razão Social	CNPJ	ENDEREÇO	BAIRRO
PR/AM0090XXX	17/01/2011	11694XX	A FERNANDES DA SILVA PETROLEO	00.XXX.214/0001-25	ESTRADA DO PURAQUEQUARA, MGM DIREITA DO LAGO PURAQUEQUARA, S/N	SÃO JOSÉ OPERÁ
PR/AM0024XXX	20/08/2002	10008XX	LUIZ MONTEIRO DA COSTA	00.XXX.286/0001-72	RUA FERREIRA PENA, 591, S/N	CENTRO
PR/AM0009XXX	30/05/2001	1000854XX	LUIZ MONTEIRO DA COSTA	00.XXX.286/0002-53	AVENIDA PROFESSOR NILTON LINS, 17	FLORES
PR/AM0021XXX	27/05/2003	10008XX	R R COMERCIO E REPRESENTACOES LTDA	00.XXX.287/0001-80	AVENIDA NOEL NUTELS, 3179	CIDADE NOVA
PR/AM0006XXX	04/04/2001	10013XX	AUTO POSTO SAMIRA LTDA	00.XXX.015/0001-52	AVENIDA CARVALHO LEAL, 1681	CACHOEIRINHA
PR/AM0211XXX	02/05/2007	10550XX	A C DE SOUSA LUBRIFICANTES LTDA	00.XXX.097/0001-66	AVENIDA SILVES, 780	CACHOEIRINHA
PR/AM0168XXX	07/05/2004	1585XX	A C DE SOUSA LUBRIFICANTES LTDA	00.XXX.097/0005-90	AVENIDA SILVES, 754	CACHOEIRINHA
PR/AM0004XXX	15/03/2001	10021XX	AUTO POSTO MANAUARA LTDA	01.XXX.399/0001-38	AVENIDA ANDRE ARAUJO, 160	ALEIXO

Figura 3: Parteb da planilha de Dados Catalogados dos Postos Revendedores de combustíveis da Cidade de Manaus. (Autor, 2018)

Entretanto, para definir a zona de estudo o alto índice de postos por região não é suficiente para determinar locais de alto risco de contaminação de aquíferos, pois, faz-se necessário um estudo de vulnerabilidade do aquífero para se correlacionar com os dados obtidos. De acordo com estudo realizado nas cartas hidrogeológicas de Manaus, a região com maior vulnerabilidade é a região oeste da cidade, no bairro do Tarumã, tendo como profundidade de topo do aquífero atingindo apenas 6 metros de profundidade, enquanto que nas regiões citadas anteriormente, essa profundidade quadruplica chegando a valores de 24 a 30 metros. Portanto, levando em consideração a quantidade de postos na região oeste (47) e o índice de vulnerabilidade, a região que melhor se encaixa no estudo proposto é a oeste, que abrange a região do Tarumã.

A análise qualitativa dos dados obtidos fora extraída das visitas aos postos de combustíveis na área de estudo selecionada. Para a amostragem foram elencadas

informações pertinentes a 03 postos, sendo eles com idades de operação variando de 07 a 19 anos.

O posto número 1 localizado na Av. do Turismo, visitado na data 13/06/2019 pôde-se notar, de acordo com o questionário feito, que a empresa responsável zela pelo comprometimento com questões ambientais, trabalhistas e regulamentos que regem o funcionamento.

Por ser um posto com tempo de funcionamento de aproximadamente 07 anos, o mesmo não apresentou problemas com vazamento dos tanques. Recomenda-se que ao decorrer do tempo útil do tanque, as análises e testes de armazenamento se tornem mais constantes, além de preparar com mais frequência os funcionários para um episódio sinistro, possível vazamento. Verificou-se que, atualmente, os funcionários são treinados 1 vez ao ano para questões de operação, segurança e saúde em postos de combustíveis.

O posto número 2 localizado próximo a rotatória da Ponta Negra, de forma geral também se adequou às leis e normativas atribuídas aos postos de combustíveis, apesar de não ser tão rígido como o citado anteriormente. A ausência de boletins de conformidade em análises de combustíveis a partir da distribuidora e o preenchimento do Livro de Movimentação de Combustíveis (LMC), fazem com que o revendedor possa no futuro ter problemas na validação de registros necessários para funcionamento.

Quanto aos tanques armazenadores, os mesmos necessitam de cuidados especiais por se encontrar em operação por 12 anos. Associado a negligências de não se manter um histórico adequado quanto aos testes de armazenamento, estima-se que esse local possa oferecer riscos quanto aos principais problemas de vazamento e contaminação de subsolo. Ainda, no posto 2 foi relatado que a forma de recuperação de gases de tanques de armazenamento se dá no próprio armazenador, por um sistema de autodetecção de formação de gases utilizado ao se realizar o abastecimento desses tanques.

O posto número 3, abordado na data de 13/06/2019, localizado também na avenida do Turismo foi o que se obteve um melhor *feedback* quanto a aplicação do questionário realizado, melhor contribuição e receptividade quanto a divulgação das informações. Nele fora constatado a alteração de proprietário no ano de 2013, sendo o mesmo inaugurado em 2000.

Todas as licenças e certificados se encontram em local visível e de fácil acesso. As análises de combustíveis provenientes da distribuidora estão localizadas em um arquivo da empresa e conta com mais de 100 resultados. Pode-se notar que a quantidade de funcionários contratados reflete na frequência de treinamento dos mesmos variando de 6 meses a 2 anos, dependendo do tipo de treinamento.

O posto número 3 possui também a maior capacidade de armazenamento entre os postos vistoriados (60 mil litros) e foram trocados em 2013 devido a um problema com o antigo proprietário o que ocasionou na troca dos mesmos, devido a um teste com possibilidade de vazamentos, posteriormente descoberto que não houve contaminação

devido a malha de segurança presente.

## 5 | CONCLUSÕES

De acordo com os dados catalogados via ANP e o censo demográfico da região metropolitana da cidade de Manaus, pode-se notar que existe uma concentração de postos de combustíveis em locais com um alto fluxo de pessoas, como era de se esperar. Dependendo da região, essa concentração se dá devido à idade de habitação do local, a exemplo da zona centro-sul da cidade, ou devido ao crescimento da cidade, em regiões mais distantes, relativamente novas na cidade, contudo bastante desenvolvida, caso da região Norte da cidade.

Infere-se ainda, que existe um alto número de postos de combustíveis na cidade de Manaus quando comparadas a outras capitais da região Norte do país. Isso porque a cidade de Manaus possui um desenvolvimento baseado no seu polo industrial, fazendo com que ocorra um grande crescimento da população que mora na cidade de Manaus provenientes de outros estados, fazendo com que o número de veículos aumente, e, por consequência, o número de postos tenham a tendência de aumentar.

O crescimento da população causou outro risco não abordado no projeto que é o grande número de poços cadastrados produtores de água na cidade, cerca de 2000, de acordo com o sistema de informações de águas subterrâneas SIAGAS. Esse número elevado gerou, nos últimos 20 anos uma exaustão do aquífero da região fazendo com que seus níveis de água atinjam volumes críticos afetando toda a cidade.

Os postos de combustíveis visitados apresentam, no geral, um adequamento satisfatório as norma e leis vigentes na cidade. No entanto alguns postos precisam se atentar mais a questões ambientais e realizar um maior número de testes de comportamento de fluidos nos tanques armazenadores além de buscar maneiras alternativas de armazenamento e tratamento de resíduos. Alguns postos estão localizados em locais que favorecem a contaminação de pessoas por ingestão de água contaminada, por serem localizados próximos a zonas residenciais, comerciais e de lazer.

O desgaste em tanques de armazenamentos varia de acordo com o modelo e projeto de vida útil do mesmo. Recomendou-se que utilizem inibidores de corrosão que não agridam o meio ambiente e que ao mesmo tempo não altere as condições do tanque ou do combustível armazenado. Uma maior frequência de treinamento dos contratados também se faz necessária para evitar erros de operação em casos de vazamentos.

## REFERÊNCIAS

[1] AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, **Cartilha dos postos revendedores de combustíveis, sexta edição**. 2017.

[2] COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM, **Cartas Hidrogeológicas da cidade de Manaus**. 2002

[3] COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM, **Sistema de informações de águas subterrâneas**. Disponível em <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>> Acesso em 09 de agosto de 2019.

[4] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, **Resolução CONAMA n° 273**, 29 de novembro de 2000.

[5] DOCUMENTO OFICIAL DA UNIÃO; NR 20 – **Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis**. 2018

[6] DAEMON R.F. 1975. **Contribuição à datação da Formação Alter do Chão, Bacia do Amazonas**. Rev. Bras. Geo. 5:58-84;

[7] **DIÁRIO OFICIAL DE MANAUS**, Edição 2135, Ano XI, 2010.

[8] FREEZE, R. A., CHERRY J. A.; **Groundwater Book**. Prentice-Hall Inc. 1979.

[9] PENA, R.F.A., **Aquífero Alter do Chão**. Disponível em <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/aquifero-alter-chao.htm>. Acesso em 05 de Agosto de 2019

[10] SIQUEIRA, W.; ANJOS, G.C.; SOUZA E. L. **Avaliação preliminar dos Riscos potenciais de contaminação das águas subterrâneas por postos de combustíveis no município de Belém**. 2002;



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

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 07/06/2022

### **Zacarias Caetano Vieira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/1122013336575751>

### **Carlos Gomes da Silva Júnior**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/7860322544460441>

### **Juliany Souza Palmeira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/1971157224795727>

### **Carla Mirele Souza dos Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/9847055018421732>

### **Carla Suellen Alves Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/2501482536938725>

### **Rosilma Almeida da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/0763264737354344>

### **Alan Matheus dos Santos Mota**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/9278303149374288>

### **Laline Cristine Gomes de Araújo**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/5914844832310444>

### **Diego Fabrício Rodrigues Andrade**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/1930484178938904>

**RESUMO:** As estruturas de drenagem urbana caracterizam-se por apresentar um elevado custo de construção, e assim, com as demais estruturas sofrem deterioração com o passar do tempo, justificando-se assim, a necessidade de manutenções periódicas. Diante do exposto este artigo tem como objetivo realizar um levantamento das patologias em um canal de drenagem urbano da Avenida José Conrado de Almeida, na cidade de Aracaju/SE. Inicialmente fez-se um levantamento visual das patologias, e posteriormente, uma análise através das imagens e levantamento bibliográfico visando compreender as principais causas e consequências dos problemas encontrados. Foram encontrados problemas estruturais (ex: trincas e armaduras expostas) até descarte irregular de resíduos sólidos. Conclui-se que, não são feitas manutenções preventivas periódicas, alguns problemas encontrados demandam uma solução urgente, a correção das patologias em estágio inicial é a situação mais adequada, e por fim, a quantidade de resíduos depositados ao longo da margem do canal denotam um descaso de parcela da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patologias construtivas, macrodrenagem, reparos.

## SURVEY OF PATHOLOGIES IN THE DRAINAGE CHANNEL OF AVENIDA JOSÉ CONRADO DE ARAÚJO, IN ARACAJU, SERGIPE

**ABSTRACT:** Urban drainage structures are characterized by having a high construction cost, and thus, with the other structures, they suffer deterioration over time, thus justifying the need for periodic maintenance. In view of the above, this article aims to carry out a survey of the pathologies in an urban drainage channel on Avenida José Conrado de Almeida, in the city of Aracaju/SE. Initially, a visual survey of the pathologies was made, and later, an analysis through the images and bibliographic survey in order to understand the main causes and consequences of the problems encountered. Structural problems were found (eg cracks and exposed reinforcement) to irregular disposal of solid waste. It is concluded that periodic preventive maintenance is not carried out, some problems encountered require an urgent solution, the correction of pathologies in the initial stage is the most appropriate situation, and finally, the amount of waste deposited along the channel margin denotes a neglect of part of the population.

**KEYWORDS:** Constructive pathologies, macrodrainage, repairs.

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo Tucci e Bertoni (2003) a drenagem urbana envolve a rede de coleta de água devido a precipitação sobre as superfícies urbanas, o seu tratamento e o retorno aos rios; sendo composto pela microdrenagem (sistema de condutos pluviais ou canais a nível de loteamento ou de rede primária urbana) e macrodrenagem (os sistemas coletores de diferentes sistemas).

O sistema de drenagem pluvial urbana caracteriza-se por apresentar um alto custo de construção e tendem a se deteriorar naturalmente com a passagem do tempo e com o surgimento de patologias que podem chegar a causar o colapso da estrutura, sendo indicado sua inspeção e manutenção constantes (STRAUSS, 2016). Dentre as estruturas que compõem a macrodrenagem, uma das mais utilizadas são os canais.

Diante do exposto este artigo tem como objetivo realizar um levantamento das patologias encontradas no trecho descoberto do canal de drenagem urbano da Avenida José Conrado de Almeida, na cidade de Aracaju/SE.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

Canal da Av. José Conrado de Araújo, Bairro Industrial, na cidade de Aracaju/SE (Figura 1), que possui seção retangular com placas de concreto. O trecho analisado inicia-se no cruzamento com a Rua Dr. Thales Ferraz e termina no cruzamento com a Rua Altamira, totalizando aproximadamente 914,75 m. Foi analisada a parte descoberta com

713,25 m (77,97% do canal).



Figura 1 – Canal da Av. José Conrado de Almeida, Aracaju/SE

Fonte: Google Maps.

## 2.2 Metodologia

A pesquisa consistiu primeiramente, em uma visita *in loco* realizada no dia 29/01/2022, com o registro fotográfico das patologias encontradas ao longo do trecho percorrido, e em seguida, no período de 30/01 a 22/02/2022 foi realizada uma análise e discussão sobre essas patologias e suas possíveis causas. Vale salientar que, a quantidade de patologias encontrada, bem como a limitação de páginas do trabalho, restringiu uma análise mais aprofundada de cada uma, sendo essa uma sugestões para trabalhos futuros.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

**Trincas na parte superior.** Um dos problemas observados na visita foram alguns trechos do canal com a parte superior quebrada, conforme figura 2. Os trechos com esse problema são de alvenaria, indicando que em algum momento, precisou-se aumentar a altura do canal, provavelmente, em decorrência da alteração da área ao longo do tempo. Uma possível causa seria o empuxo de terra intensificado pelo tráfego de veículos



Figura 2 - Trecho do canal com parte superior quebrada

Fonte: Os autores (2022)

**Armadura exposta.** Diversos trechos do canal apresentaram problema de armadura exposta, conforme figura 3. Dentre as causas dessa patologia, Nelli (2012) cita corrosão das armaduras, ninhos de concretagem, deformação causada por sobrecarga, cobertura inadequado/incompatível, destacamento ou desgaste superficial.



Figura 3 – Armadura exposta Fonte: Os autores (2022)

Fonte: Os autores (2022)

**Bocas coletoras depreciadas.** A maioria das bocas coletoras que margeiam o canal encontram-se depreciadas, e muitas, em avançado estado de depreciação (sem tampa, com tampa e paredes quebradas, laterais erodidas, etc), conforme figura 4. Algumas estão obstruídas por resíduos sólidos.



Figura 4 – Bocas coletoras depreciadas

Fonte: Os autores (2022)

**Galerias pluviais quebradas e/ou entupidas.** Algumas galerias ligadas ao canal estão degradadas (desgaste por cavitação ou abrasão), outras estão totalmente quebradas e/ou entupidas (com terra ou resíduos sólidos), conforme figura 5. Uma explicação para quebra é a profundidade inadequada, e/ou o avanço do desgaste que reduz a espessura da tubulação. As galerias que estão com a seção parcial ou totalmente ocupadas por solo indicam que a mesma quebrou e o solo que a envolve desmoronou. Pontos onde as tubulações quebraram e o solo desmoronou, este pode ser carregado para dentro do canal durante um evento de precipitação, gerando o risco de afundamento do pavimento da avenida.



Figura 5 – Galerias pluviais quebradas e/ou entupidas.

Fonte: Os autores (2022)

**Desgaste por abrasão.** Em quase toda a extensão do canal, percebe-se na parte inferior das paredes laterais a ocorrência do desgaste por abrasão, ainda em estágio inicial, ou seja, com pequena redução da espessura do elemento, conforme Figura 6. Com o passar do tempo e a continuação do desgaste, essa patologia pode contribuir para a degradação da estrutura. Percebe-se, também, o desgaste por abrasão nas galerias que chegam ao canal, conforme foi mostrado anteriormente (Figura 6).



Figura 6 Desgaste por abrasão nas paredes laterais do canal

Fonte: Os autores (2022)

**Juntas sem preenchimento.** Diversas juntas (espaços entre as placas) não apresentam nenhum tipo de preenchimento, deixando o solo desprotegido (Figura 7). Durante a chuva, a água escoar por esse espaço e vai carregando solo para dentro do canal,

gerando dois problemas: o aumento dos sólidos na água (aumenta o desgaste por abrasão) e o afundamento da calçada que margeia o canal.



Figura 7 – Juntas sem preenchimento

Fonte: Os autores (2022)

**Calçadas afundadas.** Muitos trechos apresentam, com diferentes magnitudes, um afundamento da calçada que margeia o canal, conforme figura 8. Esse fenômeno ocorre, conforme explicado anteriormente, em decorrência do arraste de solo pela água nos espaços (juntas) sem proteção entre as placas. Percebe-se que, todos os pontos de afundamento, coincidem com esses espaços.

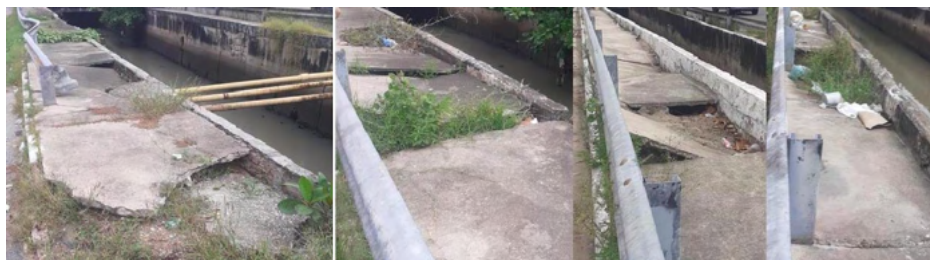


Figura 8 – Calçadas afundadas.

Fonte: Os autores (2022).

**Deslocamento do concreto.** Diversas placas apresentam, em diferentes magnitudes, deslocamento do concreto, conforme figura 9. A ocorrência nas quinas dos elementos e em locais onde atuam fortes tensões expansivas caracterizam essa patologia (NELLI, 2012). Dentre as possíveis causas para essa patologia cita-se, corrosão das armaduras, falta de aderência entre concreto e aço, sobrecargas ou tensões acima do previsto e desforma rápida (AGUIAR, 2000; MEDEIROS; 2005).



Figura 9 – Deslocamento do concreto.

Fonte: Os autores (2022)

**Descarte irregular de resíduos sólidos.** Em diversos pontos, observou-se o descarte de resíduos (doméstico /construção e demolição) margeando o canal, podendo vir a cair na sua calha, conforme figura 10. Também foi observado uma quantidade significativa de resíduos no interior do canal. Dentre os problemas, tem-se: deterioração do revestimento das estruturas (abrasão) e a diminuição da capacidade da vazão transportada (acúmulo de resíduos). Também podemos citar o risco de deterioração ambiental das águas e a proliferação de doenças.



Figura 10 – Descarte irregular de resíduos ao longo do canal.

Fonte: Os autores (2022)

**Passarelas deterioradas.** Observou-se que algumas passarelas se encontram em péssimo estado de conservação, levando riscos para os populares que utilizam essas estruturas, conforme figura 11. Nas de madeira, muitas peças estão deterioradas, e nas de concreto, observa-se na parte inferior das vigas, armadura exposta em processo de oxidação.

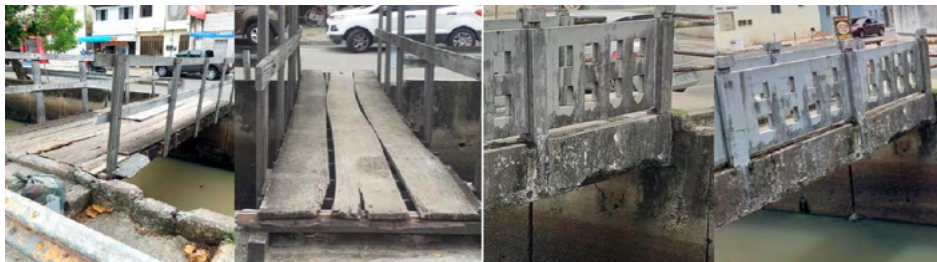


Figura 11 - Estado de conservação das passarelas.

Fonte: Os autores (2022)

**Presença de vegetação.** Em partes do canal, verificou-se a presença de vegetação, variando de porte chegando até espécies maiores (Figura 12). A presença de vegetação no canal atua diminuindo a área da seção e interfere na vida útil uma vez que as raízes podem degradar o concreto (JACINTO et al, 2020). Conforme Melo, Santos e Silva (2009), a vegetação pode danificar partes internas, além de criar tensões que propiciam a abertura de fissuras existentes.



Figura 12 – Presença de vegetação. Fonte: Os autores (2022)

Fonte: Os autores (2022)

Com base nos resultados encontrados, conclui-se que:

- a) O avançado estágio de algumas patologias, indica que não são feitas manutenções preventivas no canal, ou a frequência dessas ações não é adequada;
- b) A correção das patologias, no estágio inicial, é mais adequada, pois implica em menores custos, e evita-se seu crescimento e problemas posteriores, como o colapso da estrutura;
- c) Há um certo descaso da população, comprovado pelo grande volume de resíduos depositados ao longo das margens do canal;
- d) Alguns problemas demandam ações urgentes, pois podem provocar transtornos maiores, como o afundamento de pontos da avenida e onde se verifica intenso fluxo de veículos;



## REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. E. (2000) *"Patologias que comprometem a durabilidade do concreto em galerias de água pluviais"* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO, 42. 2000. Fortaleza. Anais do 42º IBRACON (CD-ROM). Fortaleza: IBRACON.

JACINTO, M. de A. S.; COELHO FILHO, M. H. C.; COSTA, A. S.; PRAZERES, M. de S.; SILVA, B. da C. (2020). *"Análise da problemática em macrodrenagem: estudo de caso do Canal Cohab- Cohatrac na Ilha de São Luiz – MA"* Enciclopédia Biosfera, Jandaia, v. 17, n. 33, p. 29-42.

MEDEIROS, B. L. (2000). *"Estruturas subterrâneas de concreto: levantamento de manifestações patológicas na Região Metropolitana de Curitiba e análise de sistema de reparo"* Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

MELO, V. S.; SANTOS, H. de A. e; SILVA, A. de P. (2009). *"Patologias em estruturas hidráulicas de macrodrenagem revestidas em concreto"* Revista Construindo, Belo Horizonte, v.1, n.2, p.32-37. Disponível em: <http://revista.fumec.br/> Acesso em: 21 maio 2021.

NELLI, R. T. (2012). *"Patologias das estruturas de concreto em obra de arte: metodologia de gestão de inspeção em galerias de águas pluviais e canais"* 78 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

STRAUSS, G. H. (2016). *"Gestão patrimonial de redes de drenagem urbana"*. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (org.). (2003). *"Inundações Urbanas na América do Sul"* Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

# CAPÍTULO 4

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

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 08/07/2022

### **Marcella Vianna Cabral Paiva**

Companhia Pernambucana de Saneamento –  
COMPESA  
Belo Jardim – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/2866768055235663>

### **Raquel da Silva Bonfim**

Companhia Pernambucana de Saneamento –  
COMPESA  
Petrolina – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/5033822400886540>

### **Silvia Mariana da Silva Barbosa**

Sanvale – Gestão Ambiental  
Petrolina – PE  
<http://lattes.cnpq.br/6897701912860507>

### **Tatiana de Oliveira Calado**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Pernambuco – IFPE  
Garanhuns – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/9446644042468735>

### **Elisabeth Laura Alves de Lima**

Companhia Pernambucana de Saneamento –  
COMPESA  
Recife – PE  
<http://lattes.cnpq.br/7121964806168504>

### **Silvanete Severino da Silva**

Universidade Federal Rural de Pernambuco –  
UFRPE  
Belo Jardim – PE  
<http://lattes.cnpq.br/0697832792587182>

### **Taiane de Carvalho Amorim**

Universidade Federal do Vale do São Francisco  
– UNIVASF  
Petrolina – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/9622807149781390>

**RESUMO:** O saneamento básico é considerado essencial para o aumento da qualidade de vida da população. Diante disso, percebe-se a importância de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) para a realização do tratamento adequado do efluente por meio da remoção de contaminantes e patógenos até um nível de depuração aceitável para a descarga no corpo receptor. Em razão da existência de possíveis impactos ambientais e da influência do meio ambiente na vida humana e nas diversas esferas, seja na social, jurídica ou econômica, e da necessidade de controlar as ações da organização que gere impactos ambientais significativos, tem-se como primordial a existência de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em Estações de Tratamento de Esgoto. O objetivo principal desse trabalho foi alcançar gradativamente maiores percentuais de conformidade legal através do acompanhamento da legislação vinculada ao SGA baseado na NBR ISO 14001/2015 na Estação de Tratamento de Esgoto Centro – Petrolina para implantação de medidas necessárias, comprovando assim a melhoria contínua dos serviços oferecidos e a redução de impactos ambientais. Para isso, foi utilizado o software Sólun da empresa SMS Soluções Ambientais para o constante monitoramento das exigências legais, de suas atualizações e a criação de planos de ação para

atendimento dos requisitos aplicáveis a ETE, que ainda não estavam sendo cumpridos em sua totalidade. Com a realização do que foi proposto, houve um gradativo aumento no índice de conformidade legal para 90,73%. Os demais planos de ação referentes a exigências não cumpridas, estão em andamento conforme o prazo estabelecido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Gestão Ambiental, Legislação, Saneamento Ambiental.

## MONITORING THE LEGAL REQUIREMENTS ASSOCIATED WITH ISSO 14001 AT THE SEWAGE TREATMENT STATION - CENTRO – PETROLINA

**ABSTRACT:** Basic sanitation is considered essential for increasing the population's quality of life. In view of this, the importance of Sewage Treatment Stations (ETE) is perceived to carry out the adequate treatment of the effluent by removing contaminants and pathogens to an acceptable level of purification for discharge into the receiving body. Due to the existence of possible environmental impacts and the influence of the environment on human life and in the various spheres, whether social, legal or economic, and the need to control the organization's actions that generate significant environmental impacts, it is essential to the existence of an Environmental Management System (EMS) in Sewage Treatment Plants. The main objective of this work was to gradually achieve higher percentages of legal compliance by monitoring the legislation linked to the SGA based on NBR ISO 14001/2015 at the Centro Sewage Treatment Station - Petrolina for the implementation of necessary measures, thus proving the continuous improvement of services offered and the reduction of environmental impacts. For this, the Sólion software from the company SMS Soluções Ambientais was used for the constant monitoring of legal requirements, their updates and the creation of action plans to meet the requirements applicable to the ETE, which were not yet being fully complied with. With the accomplishment of what was proposed, there was a gradual increase in the rate of legal compliance to 90.73%. The other action plans referring to unfulfilled requirements are in progress according to the established deadline.

**KEYWORDS:** Environmental Management System, Legislation, Environmental Sanitation.

## 1 | INTRODUÇÃO

O saneamento básico é definido como o conjunto de serviços e ações que objetivam alcançar maiores níveis de salubridade ambiental, nas condições em que exista a promoção e a melhoria das condições de vida da população (FOLLADOR et al, 2017). As Estações de Tratamento de Esgoto têm um papel importantíssimo nesse processo, já que possuem o propósito de converter o esgoto bruto em efluente tratado, adequando aos parâmetros para a descarga no corpo receptor. No entanto, esse processo merece atenção e deve ter um acompanhamento rigoroso por parte dos órgãos gestores por apresentar possíveis impactos ambientais. (MARÇAL e SILVA, 2017).

Considerando os potenciais impactos ambientais das Estações de Tratamento de Esgoto, surge a importância da implantação de um sistema de gestão ambiental (SGA) para o controle e a mitigação dos impactos ao meio ambiente, através de algumas atividades, como o acompanhamento dos requisitos legais aplicáveis; monitoramento e avaliação dos

parâmetros ambientais; gestão e controle dos gases, odores e poluentes atmosféricos; redução de resíduos sólidos gerados; realização destinação adequada dos resíduos; redução dos riscos ao meio ambiente e ao homem e com isso, alcançar o propósito de gerir corretamente as operações realizadas, de modo que estas não sejam uma ameaça ao meio ambiente e à qualidade de vida da população.

Com o crescente e necessário interesse em questões ambientais por parte da sociedade, as empresas buscam formas de inovar e, além disso, demonstrar sua preocupação com as causas ambientais, recebendo notoriedade entre as demais organizações do seguimento. Através do SGA, o gestor pode perceber com mais atenção as consequências e impactos de cada etapa do processo para a realização do serviço, e com isso elaborar estratégias para mitigá-los ou realizar medidas compensatórias. A implantação de um SGA é realizada através de normas, a exemplo da norma ISO 14001.

A organização ISO é uma federação mundial dos organismos nacionais de normalização, criada no ano de 1947. Ela é formada por representantes dos países membros, e no Brasil a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é a entidade responsável por representar o país perante a ISO e o INMETRO é o órgão de acreditação, ligado a ABNT. Essa organização tem o intuito de criar um padrão global de qualidade para produtos e serviços (MARIANI, 2006). Dentre as séries de normas existentes estão as séries ISO 9000, ISO 14000, ISO 17025 e ISO 5000.

A norma ISO 14001 estabelece que o monitoramento e cumprimento de legislações vigentes e aplicáveis a organização são considerados como um item obrigatório tanto no processo de implementação da norma e instalação do sistema de gerenciamento ambiental, como após a implantação (ABNT, 2015).

Diante do exposto, o acompanhamento dos requisitos legais associados à certificação NBR ISO 14001/2015 na Estação de Tratamento de Esgoto Centro faz-se necessária para manutenção da conformidade com as normas do sistema de gestão ambiental, cumprindo com os objetivos e metas estabelecidos, reduzindo e mitigando impactos ambientais e aprimorando o desempenho ambiental, de modo a evitar não conformidades e alcançar a melhoria contínua.

## **2 | OBJETIVO**

Realizar o acompanhamento da legislação vinculada ao Sistema de Gestão Ambiental na Estação de Tratamento de Esgoto Centro – Petrolina para implantação de medidas necessárias e o atendimento aos requisitos legais aplicáveis.

## **3 | METODOLOGIA**

O presente trabalho foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto Centro da

Companhia Pernambucana de Saneamento situa-se na Avenida Jatobá, S/N, Bairro Jatobá, Petrolina, PE, coordenadas geográficas 9°24'5.28"S e 40°28'23.24"O.

A Estação de Tratamento de Esgoto Centro possui tratamento físico-químico e biológico com as seguintes etapas de tratamento: 4 (quatro) reatores UASB (reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo) seguidos de três filtros biológicos aerados submersos, três decantadores secundários e um tanque de contato para aplicação de cloro, além de sistema de desidratação e inertização de lodo, secagem de escumas e de tratamento dos gases (Figura 1).

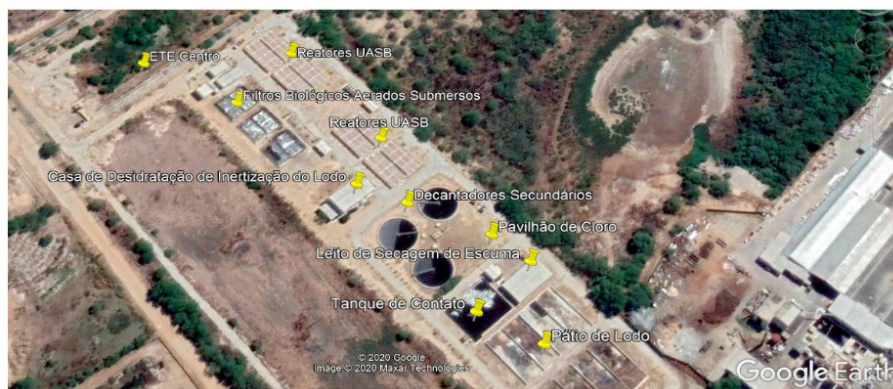


Figura 1. Visualização de satélite da Estação de Tratamento de Esgoto Centro, evidenciando suas unidades operacionais.

Fonte: Google Earth (2020)

Nos processos de tratamento ocorre a formação de subprodutos que são: lodo, espuma, gases, odores e resíduos sólidos. Na ETE Centro, o lodo passa por processo de desidratação e inertização com aplicação de óxido de cálcio, já a espuma é desidratada em leitos de secagem e os gases são coletados e queimados com utilização de queimadores de gases. Nos processos de tratamento de esgoto, além da formação de resíduos e a necessidade de gestão ambientalmente adequada dos mesmos, também são utilizados produtos químicos, eletricidade, consumo de água e geração do produto final, que é o efluente tratado e que tem que estar de acordo com os padrões legais de qualidade exigidos pelas legislações para o descarte no corpo receptor, o rio São Francisco.

Além dos resíduos gerados nas etapas de tratamento do esgoto, deve-se levar em conta também os resíduos sólidos gerados nos setores administrativos, como papéis, pilhas, baterias e lâmpadas, no setor de transporte, têm-se os pneus usados, além de utensílios utilizados pelos funcionários, que após a sua vida útil, também se tornam resíduos, como pás, enxadas, rastelos, flanelas, cavadores manuais, carrinhos de mão, luvas, baldes e vassouras. No Quadro 1 são abordados os principais aspectos e impactos

ambientais associados à Estação de Tratamento de Esgoto Centro.

Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Retenção de resíduos perigosos	Contaminação do solo e disseminação de vetores de doenças
Geração de resíduos recicláveis	Disseminação de vetores de doenças
Geração de resíduos perigosos	Dano ao ser humano e contaminação do solo
Armazenamento temporário de resíduos	Contaminação do solo
Transbordamento do efluente	Contaminação do solo e dano ao ser humano
Geração de odor	Dano ao ser humano
Rompimento nas estruturas de tratamento	Contaminação do solo
Rompimento de taludes	Erosão, contaminação do solo, danos à fauna e flora, contaminação da água superficial, dano ao ser humano e incômodos à comunidade
Vazamento de efluente	Contaminação do solo
Geração de resíduos (lodo, escumas, borras e areia de sistemas de tratamento)	Contaminação do solo e da água superficial
Vazamento de produtos químicos	Contaminação do solo
Consumo de produtos químicos	Redução da disponibilidade de recursos naturais
Derramamento de lodo, escumas e borras	Contaminação do solo
Geração de efluentes líquidos	Contaminação do solo
Emissão de fumaça	Contaminação do ar
Consumo de energia elétrica	Redução da disponibilidade de recursos naturais
Consumo de água tratada	Redução da disponibilidade hídrica
Incêndio	Agravamento do efeito estufa, contaminação do ar, dano ao ser humano, danos à fauna e flora, perda da biodiversidade e dano ao ser humano

Quadro 1. Aspectos e impactos ambientais associados à operação da Estação de Tratamento de Esgoto Centro

Diante dos impactos ambientais negativos que podem ser gerados na operação da ETE, é necessário que sejam realizados os levantamentos das atividades e dos aspectos e impactos relacionados, no intuito de mitigá-los e quando não for possível estabelecer metodologias de controle, como também de compensação.

A Compesa dispõe do sistema Sólion de monitoramentos ambientais para o acompanhamento das legislações. Ele foi elaborado pela empresa SMS Soluções Ambientais Ltda, e facilita a administração das leis a serem atendidas. Por meio desse software é possível acompanhar os índices de cumprimento e não cumprimento das legislações ao longo dos meses, sendo que no caso de não cumprimento, é possível criar planos de ação (Figura 2) com o propósito de planejar e estabelecer prazos para sua execução. Periodicamente ocorre a atualização dos monitoramentos, conforme surgem novos requisitos legais, ou até mesmo quando algum monitoramento deixa de ser exigido.

Resposta	Plano de Ação	Auditoria
<b>*Ação</b>		
Contratar empresa para a elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.		
<b>*Responsável</b>		
Marcela Viana		
<b>*Data de início</b>		<b>*Prazo</b>
10/12/2019		30/07/2020
<b>Verificação de Implantação</b>		
Foi realizada a contratação, cujo Pedido de Autorização é 001049/2020. Aguardando a numeração da OES (já assinada).		

Figura 2. Modelo de plano de ação criado no Sistema Sólón.

Fonte: SMS Soluções Ambientais (2020)

Foram identificadas 229 leis e 313 monitoramentos de âmbito federal, estadual e municipal, que são agrupados por área, e demonstradas na Figura 1 sendo elas: Ar condicionado, Áreas de Proteção, Dedetização, Efluentes, Energia, Fauna e Flora, Incêndio, Licenças/Registros, Normas Regulamentadoras (NR's), Óleo, Políticas Públicas, Produtos Químicos e Perigosos, Recursos hídricos, Resíduos, Ruído, Saúde e Segurança e Transporte e Veículos.

Após a escolha do tema e do monitoramento, é possível realizar a leitura da legislação ambiental referente ao monitoramento, que se encontra em anexo no sistema, e avaliá-lo quanto à aplicabilidade, verificar o seu atendimento, e inserir a data de vencimento. Há um espaço para a inserção de evidências que comprovem o cumprimento da lei, onde podem ser inseridos, registros fotográficos, textos e arquivos (Figura 3).

Avaliação da aplicabilidade

\*Aplicável?  Sim  Não aplicável

Verificação do atendimento

Conforme?  Sim  Não atendido

\*Data de Verificação

28/10/2020

Data de Validade (vencimento)

dd/mm/aaaa

Evidência

Arquivos de evidência

Escolher arquivos Nenhum arquivo selecionado

Figura 3. Interface do Sistema Sólón para a avaliação do monitoramento.

Fonte: SMS Soluções Ambientais (2020)

Em casos de não atendimento, foram elaborados planos de ação com estabelecimento das atividades desenvolvidas, as responsabilidades e os prazos para cumprimento da legislação. Conforme foi realizada a atualização dos monitoramentos, foram gerados automaticamente os gráficos e tabelas sobre monitoramentos a cumprir, grau de atendimento à legislação e a porcentagem dos monitoramentos atendidos por tema, como exemplificado na Figura 4.

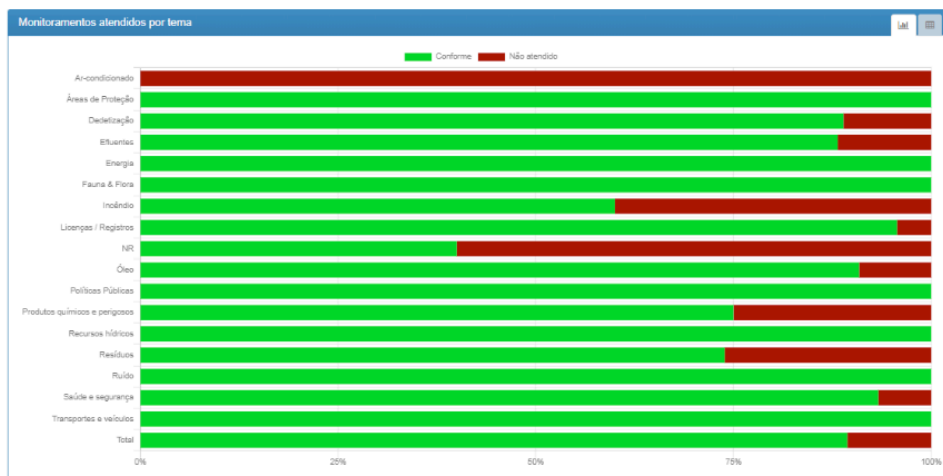


Figura 4. Exemplo de gráfico gerado pelo Sistema Sólón.

Fonte: SMS Soluções Ambientais (2020)

Alguns monitoramentos inseridos no sistema são intitulados “Para Conhecimento”, onde é necessário que o gestor apenas tenha ciência destes monitoramentos. Para a avaliação do grau de conformidade legal, estes monitoramentos serão considerados como “Conforme”.

## 4 | RESULTADOS

O grau de cumprimento às legislações aplicáveis das 17 áreas é abordado na Figura 1. Dentre a totalidade de monitoramentos, 90,73% está em conformidade com as legislações aplicáveis. Dentre os temas dos monitoramentos, os que apresentaram maior índice de cumprimento foram: Áreas de Proteção, Energia, Fauna e Flora, Óleo, Políticas Públicas, Recursos Hídricos, Ruídos e Transporte e Veículos, todos com 100%. Já os temas Ar Condicionado, Incêndio e Resíduos apresentaram os menores índices de conformidade, com 0%, 66% e 73%, respectivamente (Figura 5)

Durante a realização do trabalho foram criados 58 planos de ação e dentre esses planos criados, 31 foram finalizados, o que representa uma taxa de 53,44% de cumprimento.



Em relação aos planos de ação não finalizados, estes estão em andamento e dentro do prazo estabelecido.

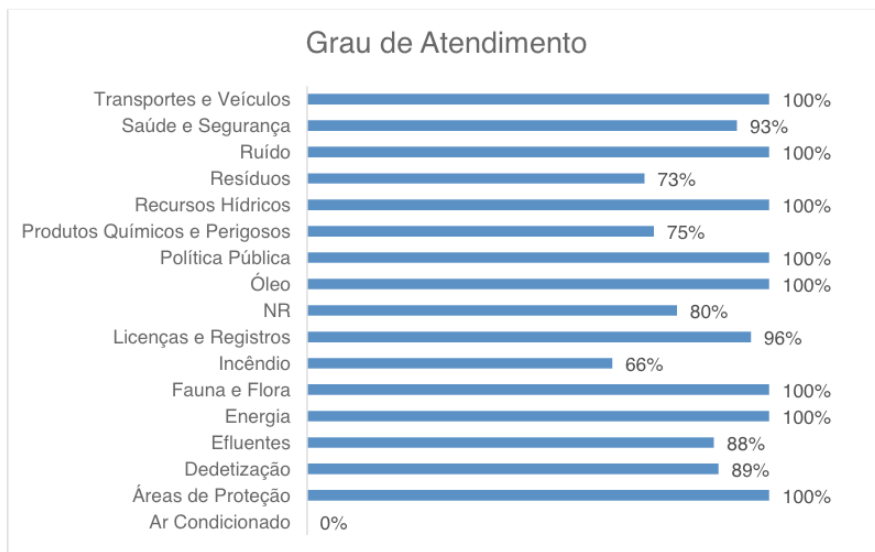


Figura 5. Grau de Atendimento de todos os temas

Fonte: Autoria própria (2021)

## 5 | DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram a consistência com a política ambiental da Compesa, visto que há um comprometimento em promover a melhoria contínua, através da avaliação das conformidades e não conformidades e a partir disso, estabelecer planos para o cumprimento, realizando um monitoramento constante, conforme preconiza a norma ISO 14001:2015. Dada a relevância do Sistema de Gestão Ambiental tanto para a empresa quanto para o meio ambiente, é necessária a continuidade do trabalho até o completo atendimento legal.

Ribeiro, Aguiar e Cortese (2017) abordaram alguns problemas envolvidos no não atendimento de requisitos legais e entre eles estão: a falta de pessoal técnico, falta de recursos financeiros, enfoque do gestor no processo, burocracia e a falta de tempo. Dentre os problemas citados, a burocracia seria o problema mais significativo do presente estudo. Como exemplo tem-se o tempo decorrido para a aprovação do projeto contra incêndio junto ao CBPE. O tema incêndio, conforme demonstrado na Figura 5, apresentou o maior número de monitoramentos em não conformidade e quando avaliado o grau de atendimento, este tema representou o segundo com menor grau.

Já Macuco (2021) considera que a dificuldade de atendimento aos requisitos legais

por parte de organizações está associada ao grande número de legislações existentes nos diversos âmbitos e de diferentes órgãos, fazendo com que muitas empresas sintam dificuldades no atendimento, conseqüentemente se tornando propensas ao recebimento de multas e penalidades.

Apesar das dificuldades abordadas, e embora exista uma extensa legislação aplicável às Estações de Tratamento de Esgoto, um aspecto positivo e facilitador é a existência de softwares de gestão e o suporte jurídico da empresa SMS Soluções Ambientais, que viabilizam esse monitoramento, automatizando algumas funções que seriam mais difíceis, como a organização de leis e monitoramentos aplicáveis à organização e avaliação quanto à conformidade. Como também a existência de profissionais da Compesa que direcionaram a criação de planos de ação, e as atividades necessárias para atendimento dos planos, dentre outras funções.

Outro aspecto importante para o progressivo atendimento legal, é a atenção fornecida pelo gestor responsável, atualizando constantemente o sistema e nutrindo-o com evidências, e realizando a atualização de datas de validades e a verificação do andamento dos planos de ação, cobrando os setores e órgãos responsáveis ou executando processos de dispensa de licitação, de licitação ou realizando pequenas adequações na realização das atividades da organização.

De forma mais ampla, a existência de um Sistema de Gestão Ambiental traz uma série de benefícios para as empresas que o possuem, conforme Mori et al. (2015), como a redução de custos, aumento da consciência ambiental por parte de fornecedores e colaboradores, aumento de vendas e fidelização dos clientes, melhoria da imagem corporativa, benefícios da certificação que compensam o custo com a implementação, melhoria da qualidade dos produtos e processos, assim como a melhora no desempenho ambiental, que foi corroborada pelo estudo de Colares et al. (2015), onde também foi verificada a melhora do desempenho ambiental das empresas com SGA baseado na norma ISO 14001.

## **6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho objetivou aumentar gradativamente o índice de cumprimento às legislações aplicáveis à Estação de Tratamento de Esgoto Centro do Sistema de Gestão Ambiental baseado na norma ISO 14001.

O grau de cumprimento legal levando em conta todos os monitoramentos dos 17 temas, de 90,73%, foi considerado satisfatório, embora recomenda-se o cumprimento dos 27 monitoramentos não conformes afim de evitar penalidades dos órgãos competentes. Para esses monitoramentos foram criados planos de ação, mas até a finalização desse trabalho não foram realizados.

Como aspecto limitador para o melhor desenvolvimento da pesquisa, tem-se o

baixo número de trabalhos científicos desenvolvidos na área de saneamento e nas demais áreas abordando o cumprimento de requisitos legais de SGAs baseados na ISO 14001, dificultando a comparação entre resultados obtidos para o enriquecimento da discussão. E embora a norma ISO 14001 seja abrangente para organizações de diferentes ramos, há divergência na aplicabilidade das leis em cada área.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

COLARES, A. C. V.; ATHAYDE, M.; CUNHA, J. V. A.; RIBEIRO, M. S. As Empresas com Certificação ISO 14001 Realmente têm uma Atividade Ambiental Superior?. *Sistemas & Gestão*, v. 10, n. 3, p. 356-368, 2015.

FOLLADOR, KARINE et al. SANEAMENTO BÁSICO: MEIO AMBIENTE E SAÚDE. *REVISTA UNINGÁ REVIEW*, v. 23, n. 1, jul. 2015. Disponível em: <<http://34.233.57.254/index.php/uningareviews/article/view/1636>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

MACUCO, R. M. Sistema de gestão ambiental (SGA) em oficinas mecânicas de pequeno porte: estudo de caso em uma oficina no município de São José, SC. 2021. 111 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223143>> Acesso em 28 mai. 2021.

MARÇAL, D. A.; SILVA, C. E. Avaliação do impacto do efluente da estação de tratamento de esgoto ETE-Pirajá sobre o Rio Parnaíba, Teresina (PI). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, n. 4, ago. 2017.

MARIANI, E. J. As normas ISO. **Revista Científica Eletrônica de Administração**, ano VI, n. 10, 2006.

MORI, J. S., PASSOS, I. C., BRITO, E., LANCIERI, A. R. RODRIGUES, S. A. Os benefícios da Gestão Ambiental como ferramenta de competitividade pelas organizações. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, V.7, n.2, mai/ago. 2015.

RIBEIRO, C. S., AGUIAR, A. O., CORTESE, T. Requisitos legais ambientais para a empresa de pequeno porte: problemas e dificuldades do empresário para seu atendimento. **Anais do IV SINGEP. Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**. São Paulo, p. 08-11, 2015. Disponível em: <<https://singep.org.br/4singep/resultado/602.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2021.

# CAPÍTULO 5

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

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 08/07/2022

### **Marcella Vianna Cabral Paiva**

Companhia Pernambucana de Saneamento –  
COMPESA  
Belo Jardim – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/2866768055235663>

### **Taiane de Carvalho Amorim**

Universidade Federal do Vale do São Francisco  
– UNIVASF  
Petrolina – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/9622807149781390>

### **Silvia Mariana da Silva Barbosa**

Sanvale – Gestão Ambiental  
Petrolina – PE  
<http://lattes.cnpq.br/6897701912860507>

### **Tatiana de Oliveira Calado**

O Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Pernambuco  
Garanhuns – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/9446644042468735>

### **Raquel da Silva Bonfim**

Companhia Pernambucana de Saneamento -  
COMPESA  
Petrolina - PE  
<http://lattes.cnpq.br/5033822400886540>

### **Elisabeth Laura Alves de Lima**

Companhia Pernambucana de Saneamento -  
COMPESA  
Recife – PE  
<http://lattes.cnpq.br/7121964806168504>

### **Silvanete Severino da Silva**

Universidade Federal Rural de Pernambuco –  
UFRPE  
Belo Jardim - PE  
<http://lattes.cnpq.br/0697832792587182>

**RESUMO:** O saneamento básico é fundamental para a qualidade de vida e saúde da população, assim como para a conservação do meio ambiente. Destaca-se a importância de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) para a realização do tratamento e bombeamento e adequado, de modo a atender todos os parâmetros e diretrizes estabelecidos em leis e normas técnicas para o descarte do efluente tratado nos corpos receptores ou para o reuso. A operação destas unidades deve ser programadas e supervisionadas de maneira eficaz, visando à mitigação dos impactos ambientais negativos e a proteção da vida humana. Para tanto, é necessário padronizar a execução dos serviços operacionais de modo a evitar retrabalhos e otimizar o tempo na execução pelos colaboradores da empresa. Assim, o objetivo principal deste trabalho foi realizar o acompanhamento das atividades em conjunto com a utilização de sistemas integrados de gestão de informações, elaborar, atualizar e revisar procedimentos operacionais (POs) e instruções de trabalho (ITRs) das ETEs e EEEs, com intuito de melhorar e padronizar a operação das unidades de esgoto da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), em Petrolina-PE. Para isto, foi utilizado o Sistema Integrado de Gestão de Informações

em Saneamento (GSAN) para a constante geração de informações acerca das atividades realizadas; foi implementado o controle sobre o funcionamento das unidades operacionais, além da padronização dos serviços desenvolvidos pelos colaboradores da companhia, através dos POs e ITRs. Com a realização destas atividades foi possível observar um aumento considerável na quantidade de serviços realizados pela Coordenação Técnica de Esgoto da Gerência Regional de Negócios São Francisco. Além disso, as atividades de programação e controle de execução das demandas operacionais proporcionaram a maior organização e eficiência do setor operacional. No entanto, faz-se necessário o prosseguimento do trabalho, objetivando a elaboração de todas as instruções de trabalho e procedimentos operacionais para a padronização operacional de todos os equipamentos, instalações e serviços do sistema de esgotamento sanitário da Compesa, além de realização de treinamento dos funcionários e vistoria da conformidade da execução das atividades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema Integrado de Informações, Controle Operacional e Saneamento Ambiental

## USE OF SANITATION SERVICES MANAGEMENT SYSTEM TO IMPROVE SEWAGE TREATMENT EFFICIENCY

**ABSTRACT:** Basic sanitation is fundamental for the population's quality of life and health, as well as for the conservation of the environment. The importance of Sewage Treatment Stations (STs) and Sewage Elevation Stations (SEs) is highlighted for carrying out the proper treatment and pumping, in order to meet all parameters and guidelines established in laws and technical standards for disposal of the treated effluent in the receiving bodies or for reuse. The operation of these units must be effectively programmed and supervised, with a view to mitigating negative environmental impacts and protecting human life. Therefore, it is necessary to standardize the execution of operational services in order to avoid rework and optimize the execution time by the company's employees. Thus, the main objective of this work was to monitor the activities in conjunction with the use of integrated information management systems, prepare, update and review operating procedures (OPs) and work instructions (WIs) of SEs and STs, with the aim of to improve and standardize the operation of the sewage operating units of Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), in Petrolina-PE. For this, the Integrated Sanitation Information Management System (GSAN) was used for the constant generation of information about the activities carried out; control over the functioning of the operating units was implemented, in addition to standardizing the services provided by the company's employees, through the OPs and WIs. With these activities, it was possible to observe a considerable increase in the amount of services performed by the Technical Coordination of Sewage of the São Francisco Regional Business Management. In addition, the activities of scheduling and controlling the execution of operational demands provided greater organization and efficiency in the operational sector. However, it is necessary to continue the work, aiming at the preparation of all work instructions and operating procedures for the operational standardization of all Compesa equipment, facilities and services, in addition to training employees and inspecting the compliance of the execution of activities.

**KEYWORDS:** Integrated Information System, Operational Control, Environmental Sanitation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A oferta dos serviços de esgotamento sanitário é um fator fundamental para a qualidade de vida da população dos centros urbanos e a coleta, tratamento e destinação adequada de efluentes, colaboram tanto para a manutenção da saúde das comunidades quanto para a conservação do meio ambiente. Neste contexto, é importante gerar dados relacionados a este setor e atualizá-los periodicamente, assim como planejar as atividades e operar os sistemas de tratamento de esgoto de forma eficiente (IBGE, 2020; ROCHA, 2005).

A qualidade na gestão e operação do esgotamento sanitário está diretamente relacionada à implantação de sistemas de gerenciamento, sendo estes, inquestionáveis facilitadores da padronização de procedimentos internos (ROCHA, 2005). Desse modo, os sistemas de gerenciamento de informações são de grande importância dentro de qualquer ambiente organizacional, pois possibilitam que planejamentos estratégicos sejam criados e aplicados de maneira antecipada às possíveis ameaças (BRAGA, 2000).

Sendo assim, é possível afirmar que com a devida organização e planejamento das atividades, facilita no alcance da melhoria de eficiência das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) e Estações Elevatórias de Esgoto (EEE's). Para tanto, é necessário planejar, executar, mensurar, monitorar e armazenar as informações das atividades operacionais tendo como objetivo, principalmente, o atendimento às legislações e normativas vigentes no âmbito do saneamento.

Dentre as legislações que devem ser cumpridas temos a Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre as condições, parâmetros (físico-químicos do efluente tratado), padrões e diretrizes para a gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores (BRASIL, 2011). Além desta, há também os Art. 35 e Art. 42 da Resolução Agência Reguladora de Pernambuco (ARPE) N° 012, de 27 de novembro de 2009, que tratam das EEE's e ETE's e que dispõe sobre as obrigações referentes à limpeza, manutenção e bom funcionamento dessas unidades (PERNAMBUCO, 2009).

Para Metclaf e Eddy (2015), os métodos de tratamento de esgoto podem ser classificados em processos unitários físicos, químicos e biológicos, sendo exemplos de físicos o peneiramento, floculação, mistura, decantação, sedimentação, flotação, filtração e adsorção; os químicos são a precipitação, transferência de gases, adsorção e desinfecção; e os biológicos são a remoção de substâncias orgânicas biodegradáveis, coloidais ou dissolvidos, além de remoção de nutrientes, utilizando reatores anaeróbios, aeróbios, anóxicos, filtros biológicos, lagoas de estabilização, etc.

Quanto aos níveis de tratamento, é possível dividi-los da seguinte maneira de acordo com o **quadro 1**:

Nível do tratamento	Tipo de componente removido
Preliminar	Sólidos grosseiros em suspensão (materiais de maiores dimensões e areia).
Primário	Sólidos em suspensão sedimentáveis; DBO em suspensão (matéria orgânica componente dos sólidos em suspensão sedimentáveis).
Secundário	DBO em suspensão (matéria orgânica em suspensão fina, não retirada no tratamento primário); DBO solúvel (matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos).
Terciário	Nutrientes, patogênicos, compostos não biodegradáveis, metais pesados, sólidos inorgânicos não dissolvidos e sólidos em suspensão remanescentes.

Quadro 1. Fases do tratamento do esgoto.

Fonte: adaptado de Sperling (1996).

## 2 | OBJETIVOS

Monitorar as atividades de operação, limpeza, manutenção e conservação de ETEs e EEEs a partir da implementação do controle operacional e informacional nas unidades da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) no município de Petrolina, Dormentes e Lagoa Grande.

## 3 | METODOLOGIA

Foram monitoradas 13 ETE's compostas por sistemas de lagoas de estabilização, reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo; filtros biológicos, decantadores secundários, tanque de contato e sistema para tratamento de lodo e espuma, distinguidos de melhor forma no **quadro 2**; e 36 EEE's, compostas por sistemas de tratamento preliminar, com gradeamento para retenção de resíduos sólidos, caixa de areia, e poço de sucção para bombeamento do esgoto para as unidades de tratamento. As unidades estão localizadas nas cidades de Petrolina, Lagoa Grande e Dormentes no Estado de Pernambuco.

ETE	Sistemas de Tratamento
Antônio Cassimiro	2 reatores UASB / 2 filtros biológicos percoladores / 2 decantadores/ 2 leitos de secagem
Cohab VI	2 reatores UASB/ 1 lagoa facultativa / 2 lagoas de maturação/ 2 leitos de secagem
Centro	4 reatores UASB / 3 filtros biológicos aerados / 3 decantadores secundários / 1 tanque de contato/ 2 leitos de secagem para espuma e sistema de desidratação e inertização de lodo
Dormentes	1 lagoa facultativa / 1 lagoa de maturação
Dom Avelar	1 lagoa facultativa aerada / 2 lagoas de maturação
Izacolândia	1 lagoa facultativa / 1 lagoa de maturação
Jardim Petrópolis	2 reatores UASB / 2 filtros biológicos anaeróbios / 1 câmara de contato/ 2 leitos de secagem
João de Deus	1 lagoa facultativa / 2 lagoas de maturação
Loteamento Recife	1 lagoa facultativa / duas lagoas de maturação
Lagoa Grande	1 lagoa facultativa
Ouro Preto	1 lagoa facultativa / 2 lagoas de maturação
Rajada	1 lagoa facultativa / 2 lagoas de maturação
Vila Marcela	1 lagoa facultativa / 2 lagoas de maturação

Quadro 2. Descrição dos tipos de tratamento presentes em cada Estação de Tratamento de Esgoto.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Durante o acompanhamento das atividades de limpeza, manutenção e operação das unidades foi realizada a introdução das informações no Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento (GSAN) (**Figura 1**) por meio da criação de Registros de Atendimento(RA) e Ordens de Serviço (OS) , com o intuito de estabelecer programações com periodicidade adequadas aos serviços das ETE's e EEE's, bem como a criação e manutenção do banco de dados para propor melhorias e ações corretivas de acordo com o desempenho das unidades.

O RA (**Figura 2**) corresponde ao documento de solicitação do serviço e nele estão contidas informações sobre o tipo de serviço solicitado e local, neste caso, ETE ou EEE na qual o serviço deve ser executado.





Figura 1. Página inicial do GSAN.

Fonte: Autoria própria (2022).

	<b>Registro de Atendimento</b>	PAG 1/1 21/09/2021 14:58:13
<b>DADOS GERAIS</b>		
Número RA: 59100488		Situação RA: Pendente
Tipo solicitação: DEMANDAS INTERNAS DE REDE DE ESGOTO		
Especificação: DEMANDAS INTERNAS DE REDE DE ESGOTO		
Data Atendimento: 20/09/2021 15:39:00		Data Prevista: 27/09/2021
Meio Solicitação: INTERNO		
Unidade Atendimento: COORDENACAO TECNICA DE ESGOTO		Unidade Atual: COORDENACAO TECNICA DE ESGOTO SAO
Observação: Solicitacao de limpeza de grade na EEE Vale Dourado.		
<b>DADOS DO LOCAL DA OCORRÊNCIA</b>		
Matrícula Imóvel:		Inscrição Imóvel:
Rota:		Sequencial Rota:
Endereço: AVENIDA FLORIANO PEIXOTO - S/N - VALE DOURADO PETROLINA PE 56300-000		
Ocorrência:		

Figura 2. Modelo de um RA gerado no GSAN.

Fonte: Autoria própria (2022).

A OS (Figura 3) é o documento que concede a permissão para a realização dos serviços e tem exatamente as mesmas informações do RA. Entretanto, após a realização do serviço, momento no qual o RA e a OS devem ser encerrados no sistema, a OS irá apresentar os dados da real data de execução do serviço e a equipe que o realizou. Assim, para fins de fiscalização da execução dos serviços pelos supervisores, a OS torna-se o documento mais adequado (Figura 4).


	COMPESA - 09.769.035/0001-64			Nº: 49830900	
	<b>ORDEM DE SERVIÇO</b>				
Data geração: 16/09/2021		Previsão: 10:00		Emitido em: 21/09/21 14:51	
Origem: COORDENACAO TECNICA DE ESGOTO SAO			Atendente: TAIANE DE CARVALHO AMORIM		Destino:
Projeto:					
CLIENTE / SOLICITANTE					
Nome: LUANA			Inscrição:		
CPF/CNPJ:			Matrícula:		
End./Fone: AVENIDA FLORIANO PEIXOTO - S/N - VALE DOURADO PETROLINA PE 56300-000/			Localidade/Rota/Sequencial Rota:		
			SIT. A/E:		
			Cat./Econ.:		
			Perfil do Imóvel:		
Ponto de Referência:					
SERVIÇO SOLICITADO					
Tipo/Local:		Tipo de Serviço: 728 - LIMPEZA DE CAIXA COM VACUO			
Pavimento Rua/Calçada:		OBS.: Solicitacao de limpeza de grade da EEE Vale Dourado. / Solicitacao de limpeza de grade da EEE Vale Dourado.			

Figura 3. Modelo de uma OS gerada no GSAN.

Fonte: Autoria própria (2022).

CONCLUSÃO DO SERVIÇO - CAMPO			
COD. SERV.	EQUIPE	DATA	OBSERVAÇÕES OU MOTIVOS DA NÃO EXECUÇÃO:
		20/09/2021	
MATERIAL APLICADO		<b>PARECER FINAL EM CAMPO:</b> Serviço executado em 09.09.2021 Limpeza de caixa de areia na EEE Vale Dourado. Equipe de Serafico/Lucivan.	
DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE		
EXECUTANTES:			
ASS./MATRÍCULA		ASS./MATRÍCULA	
		CLIENTE	

Figura 4. Demonstrativo das informações inseridas na OS após a execução do serviço.

Fonte: Autoria própria (2022).

Também foi realizado o levantamento acerca da possibilidade de criação e atualização de instrumentos normativos (procedimentos operacionais e instruções de trabalho) específicos para cada ETE e EEE, com o detalhamento das atividades e fluxogramas dos processos operacionais da unidade.

Nesses documentos é que se encontram todas as informações essenciais para os colaboradores realizarem uma operação de qualidade e descrevem desde o passo a passo para a realização de uma limpeza de grade, por exemplo, até os materiais, ferramentas e EPI's que devem ser utilizados para a execução da mesma.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acompanhamento do planejamento, programação e realização das atividades operacionais de limpeza e manutenção das ETEs e EEEs como, por exemplo, limpezas

de caixas de areia, reatores UASB e lagoas de estabilização, entre outras, vem sendo realizado desde o início de janeiro de 2020 e essas atividades foram contabilizadas e dispostas no gráfico da **Figura 5**.

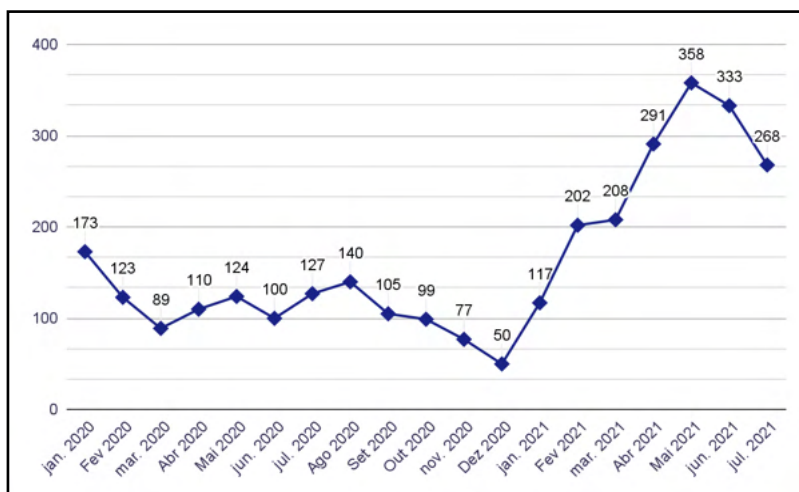


Figura 5. Representativo mensal de demandas executadas durante o período de estudo.

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Como representado no gráfico acima, após comparar a quantidade total de todos os serviços realizados nas 35 EEEs e 13 ETEs durante os primeiros 7 meses de cada ano, obteve-se para o ano de 2020 um quantitativo de 1.113 serviços, já para o ano de 2021, o quantitativo foi de 2.435 serviços, o que representa um aumento de aproximadamente 118,77 % na quantidade total de atividades operacionais.

Parte desse aumento se deu pela contratação de novos colaboradores, o que em possibilitou a execução de mais demandas. No entanto, o aumento na quantidade de colaboradores gerenciando o GSAN foi um fator decisivo para o elevação tanto na quantidade de serviços executados como na inserção e atualização das informações relacionadas aos serviços no sistema.

O fato de manter sempre atualizadas as informações no sistema e nas planilhas de acompanhamento foi um fator determinante para a melhoria na eficiência de operação pois, assim, quaisquer problemas operacionais que surgiram durante o período do estudo foram sanados de forma rápida, uma vez que a supervisão também foi facilitada pelo acesso diário e atualizado a estas informações.

Assim, como proposto por Condurú e Pereira (2017), a criação de um ciclo de informações bem estruturado é essencial, uma vez que a insuficiência de informações, a falta de detalhamento e inter-relação e a presença de dados desatualizados ocasionam uma deficiência na sistematização e disseminação das informações.

Junior et al. (2010) afirmam que a facilidade de acesso às informações é um requisito básico e fundamental que auxilia na criação de planos de trabalho, de planejamentos e na proposição de instrumentos voltados para a regulamentação das empresas.

Além disso, Seminelo (2017) verificou que houve uma facilitação do controle em todas as áreas de uma empresa de saneamento a partir de planejamentos únicos e integrados após a implantação de um sistema integrado de gestão, corroborando novamente os dados já expostos.

Durante o decorrer do estudo foi verificada a necessidade de atualizar e até mesmo criar Procedimentos Operacionais (PO's) e Instruções de trabalho (ITR's). A proposição de criação e atualização dos Procedimentos Operacionais para as ETEs e EEEs se deu a partir da necessidade de acesso às informações operacionais das unidades por parte dos funcionários, principalmente, o operadores que executam as atividades de forma volante, sendo este responsável por vistoriar e manter em funcionamento das estações elevatórias de esgoto, cada uma com suas especificidades.

A elaboração desses documentos, além de facilitar a rotina operacional das unidades possibilitando que qualquer colaborador saiba como proceder minimamente em situações atípicas, também possibilita a padronização na realização dos serviços e a organização de treinamentos para os colaboradores.

Além disso, a fim de evitar situações como as observadas por Filho (2007) nas quais o autor relata o desconhecimento de operação de unidades de tratamento por parte dos colaboradores e o fato dos mesmos ignorarem totalmente o uso de equipamentos de proteção individual, mesmo trabalhando em ambiente que envolve risco de salubridade humana, os POs e ITRs são fundamentais, pois estes documentos apresentam todas as informações sobre a operação e, inclusive, sobre os equipamentos de proteção individual que devem ser utilizados pelos colaboradores.

Barbosa (2005) ainda destaca que por meio da padronização é possível detectar falhas e saná-las imediatamente, além de garantir que as atividades executadas contribuirão no desempenho da função principal para as quais as unidades de tratamento foram projetadas.

Ademais, Medeiros (2009) destaca a importância da criação de manuais de operação e enfatiza que o conteúdo deve apresentar as operações diárias que devem ser realizadas pelos colaboradores, assim como as manutenções permanentes e provisórias.

Ao total, é prevista a criação de 13 procedimentos operacionais referentes às ETEs e 35 procedimentos operacionais referentes às EEEs, uma vez que este documento apresenta em seu conteúdo todas as características das unidades de forma individualizada, facilitando a identificação e reconhecimento de todos os procedimentos cabíveis.

Com relação às instruções de trabalho, documentos mais voltados para a execução propriamente dita da atividade, a COMPESA já dispõe de 19 ITR's no Sistema de Gestão de Normativos (SGN) da empresa, eu são referentes às estações de tratamento de

esgoto e estações elevatórias de esgoto, mas apenas 13 delas se aplicam às instalações operacionais do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Petrolina.

Assim, foi verificada a necessidade de elaboração das seguintes instruções de trabalho representadas no **quadro 3**. Vale pontuar que o fato de as instruções de trabalho estarem mais relacionadas com a execução do trabalho propriamente dito, os procedimentos operacionais devem mencioná-las. Logo, os procedimentos operacionais só devem ser finalizados após a conclusão na elaboração e atualização de todas as instruções de trabalho.

<b>Aplicação</b>	<b>Documento</b>	<b>Título</b>	<b>Situação</b>
ETEs e EEEs que possuam poço de sucção.	Instrução de Trabalho	Poço de Sucção	Criar.
ETEs e EEEs que possuam dispositivos eletromecânicos.	Instrução de Trabalho	Painel Elétrico de Comando e Conjuntos Moto-Bomba	Criar.
ETEs que possuam filtros biológicos anaeróbios.	Instrução de Trabalho	Filtro Biológico Anaeróbio	Criar.
ETEs que necessitem realizar descarga de espuma dos reatores UASB.	Instrução de Trabalho	Descarga de Espuma de Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo	Criar.

Quadro 3. Detalhamento das Instruções de trabalho que devem ser elaboradas.

Fonte: Autoria própria (2022).

## 5 | CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Quando comparados os 7 primeiros meses dos anos de 2020 e 2021, e levando em consideração a quantidade total dos serviços, foi possível notar um aumento de aproximadamente 118,77 % no total de serviços executados.

Este aumento está aliado ao melhor acompanhamento da execução das atividades, assim como, à utilização do sistema de gestão de serviços de saneamento, fatores que proporcionam uma melhor organização das programações e execuções dos serviços operacionais nas estações elevatórias de esgoto e estações de tratamento de esgoto.

Além disso, a contratação de novos colaboradores possibilitou o aumento do número de serviços operacionais, uma vez que as demandas, anteriormente não atendidas ou atendidas com atraso, passaram a ser realizadas regularmente e dentro dos prazos.

Com relação ao sistema de gestão de informações, o envolvimento de mais pessoas para a inserção dos registros de atendimento e das ordens de serviço possibilitou o aumento da regularidade na geração de informações acerca dos serviços de limpeza, manutenção e conservação das ETEs e EEEs.

De modo geral, durante a execução dos serviços os colaboradores utilizaram corretamente os equipamentos de proteção individual. No entanto, a elaboração dos POs

e ITRs é essencial para reforçar a importância do uso desses equipamentos, uma vez que estes colaboradores trabalham em ambientes insalubres.

Além disso, padronizar o modo de operação das unidades e a execução das atividades de limpeza e manutenção das mesmas é fundamental para manter a qualidade dos serviços prestados pela Companhia Pernambucana de Saneamento na Gerência de Negócios Regional do São Francisco.

As rotinas de programações, acompanhamento das atividades e o monitoramento das unidades operacionais se mostraram eficazes no que diz respeito ao aumento do quantitativo dos serviços prestados pela companhia e estas devem ser mantidas e melhoradas, objetivando alcançar a excelência operacional das estações de tratamento de esgoto e estações elevatórias de esgoto, evitando advertências e multas de órgãos fiscalizadores e reguladores pelo não cumprimento de leis e normas.

O planejamento e monitoramento das atividades operacionais de limpeza das ETEs e EEES também contribuem para manutenção do funcionamento das unidades, além de melhoria na eficiência do tratamento e atendimento aos padrões estabelecidos pelas legislações. Como sugestão de estudos futuros pode ser avaliada a relação entre o acompanhamento das rotinas operacionais e de limpeza com a redução das paralisação do funcionamento das unidades e a melhoria da qualidade do efluente tratado.

Além disso, recomenda-se o prosseguimento do trabalho de elaboração de instruções de trabalho e procedimento operacionais para as instalações e equipamentos que ainda não têm sua forma de operação documentada, visando à padronização completa de todos os serviços nas ETEs e EEES realizados pela Companhia Pernambucana de Saneamento na região do Vale do São Francisco, como também para realização dos treinamentos dos funcionários.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Ana Julia Soares et al. **Proposta de gerenciamento operacional para a Estação de Tratamento de Esgoto: estudo da ETE Sideral**. Belém, 2005.

BRAGA, Ascenção. A gestão da informação. **Millenium**, 2000.

BRASIL. **Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

CONDURÚ, Marise Teles; PEREIRA, José Almir Rodrigues. Gestão da informação em saneamento básico no Estado do Pará sob o enfoque do ciclo

CUNHA, Ricardo Picinin. **Estudo para implantação de um plano de manutenção preventiva em uma empresa de saneamento**. Panambi, RS. 2019. informacional. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 1225-1232, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos municípios brasileiros: saneamento básico**: aspectos gerais da gestão de política de saneamento básico 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101610>>. Acesso em outubro de 2020.

JUNIOR, Alceu de Castro Galvão; SOBRINHO, Geraldo Basilio; SAMPAIO, C. A informação no contexto dos planos de saneamento básico. **Fortaleza: Expressão Gráfica Editora**, 2010.

MEDEIROS, Daniel Dantas Viana. **Avaliação da eficiência de lagoas de estabilização no tratamento de resíduos esgotados de fossas sépticas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

METCALF, Leonard; EDDY, Harrison P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. McGraw Hill Brasil, 2015

PERNAMBUCO. **Resolução n 12, de 27 de novembro de 2009**. Estabelece condições técnico-operacionais e procedimentos de fiscalização da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, pela Companhia Pernambucana de Saneamento — Compesa, em todo o Estado do Pernambuco.

ROCHA, Cláudia et al. Proposta para o gerenciamento da estação de tratamento de esgotos Jarivatuba-ETE Jarivatuba, Joinville, SC. 2005.

SEMINELO, Flávio Edson. Informatização da empresa de água e saneamento do Lobito na implementação do sistema integrado de gestão—ERP SAP. **FESPPR Publica**, v. 1, n. 1, p. 17, 2017.

SILVA FILHO, Pedro Alves da. **Diagnóstico operacional de lagoas de estabilização**. 2007. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental; Meio Ambiente; Recursos Hídricos e Hidráulica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

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

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 07/06/2022

### Zacarias Caetano Vieira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/1122013336575751>

### Carlos Gomes da Silva Júnior

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/7860322544460441>

### Alan Matheus dos Santos Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/9278303149374288>

### Laline Cristine Gomes de Araújo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/5914844832310444>

### Diego Fabrício Rodrigues Andrade

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/1930484178938904>

**RESUMO:** Uma parcela considerável da população brasileira não tem seus esgotos tratados, sendo o sistema individual de tratamento, composto por fossa séptica, e os dispositivos pós-fossa, uma solução possível. Os custos de construção e limpeza das fossas estão diretamente ligados ao seu volume. Diante do exposto, este artigo tem como objetivo realizar

uma análise financeira de diferentes volumes de fossas sépticas, comparando os custos de execução e o custo de limpeza. Foi adotado uma escola com 350 alunos na cidade de Aracaju/SE e dimensionada uma fossa séptica considerando o período entre limpezas de um a cinco anos. Após o dimensionamento foram levantados os custos de construção, feito uma análise dos custos de limpeza em um determinado período. Com base nos resultados obtidos conclui-se que, nesse caso específico, o intervalo entre limpezas de três anos foi o mais adequado financeiramente, pois resultou no menor gasto total (construção e limpezas).

**PALAVRAS-CHAVE:** Fossa séptica, custos, redução de consumo, dimensionamento

### FINANCIAL ANALYSIS OF CONSTRUCTION AND USE OF SEPTIC TANK WITH DIFFERENT VOLUMES IN SCHOOL

**ABSTRACT:** A considerable portion of the Brazilian population does not have their sewage treated, and the individual treatment system, consisting of a septic tank, and post-septic devices, is a possible solution. The costs of building and cleaning the pits are directly linked to their volume. Given the above, this article aims to perform a financial analysis of different volumes of septic tanks, comparing the execution costs and the cleaning cost. A school with 350 students was adopted in the city of Aracaju/SE and a septic tank was dimensioned considering the period between cleanings from one to five years. After the sizing, the construction costs were raised,



effect an analysis of the cleaning costs in a certain period. Based on the results obtained, it is concluded that, in this specific case, the interval between cleanings of three years was the most financially appropriate, as it resulted in the lowest total expenditure (construction and cleaning).

**KEYWORDS:** Septic tank, costs, consumption reduction, dimensioning.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil 18% da população tem seus esgotos coletados e não tratados, e 27% da população tem seus esgotos não coletados, e conseqüente, não tratados (ANA, 2022). Para essa parcela da população indica-se o uso de sistemas individuais de tratamento, composto por fossa séptica, e os sistemas de disposição e tratamento pós-fossa, ou seja, sumidouros e filtros anaeróbios. Fossas sépticas (tanques sépticos) são unidades simples e econômicas de tratamento em nível primário nos quais ocorre simultaneamente, em câmara única ou em série, a sedimentação dos sólidos sedimentáveis e a digestão anaeróbia do lodo que permanece acumulado no fundo durante alguns meses, tempo suficiente para sua estabilização (BRASIL, 2015). Independentemente do tipo construtivo adotado, quanto maior o volume, maior será o custo de execução; mas em contrapartida, será menos frequente a realização de limpezas. Fossas de menor volume, tem sua construção mais barata, mas as limpezas são mais frequentes. Outro ponto importante, é o valor cobrado pelas empresas limpa-fossa que depende do volume.

Existem muitas tecnologias para construção da fossa, incluindo as pré-moldadas em concreto ou PVC e, também, as construídas no próprio local, utilizando-se concreto ou tijolos cerâmicos; sendo a industrializada vantajosa pois reduz os erros decorrentes da execução e a rapidez de sua construção; e as moldadas no local têm um valor social maior, considerando que podem empregar mais trabalhadores a sua construção (FERNANDES, 2015)

Independentemente do tipo construtivo adotado, quanto maior o volume, maior será o custo de execução; mas em contrapartida, será menos frequente a realização de limpezas. Fossas de menor volume, tem sua construção mais barata, mas as limpezas são mais frequentes. Outro ponto importante, é o valor cobrado pelas empresas limpa-fossa que depende do volume.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo realizar uma análise financeira de diferentes volumes de fossas sépticas, comparando os custos de execução e o custo de manutenção (limpeza).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

Para realização desse trabalho será adotada uma escola hipotética com capacidade para 350 alunos, localizada na cidade de Aracaju/SE.

### 2.2 Dimensionamento da fossa séptica

Para o dimensionamento da fossa séptica, todos os parâmetros são adotados através de tabelas presentes na NBR 7229/93 (ABNT, 1993). Um dos parâmetros utilizados no cálculo do volume útil da fossa é a Taxa de acumulação total de lodo (K) que indica o número de dias de acumulação de lodo fresco equivalente ao volume de lodo digerido a ser armazenado no tanque. Essa taxa é extraída de uma tabela da NBR 7229/1993 (ABNT, 1993), em função da temperatura ambiente (média do mês mais frio, em graus Celsius); e o do intervalo entre limpezas, em anos.

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t) em °C		
	t < 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Tabela 1 - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.

Fonte: ABNT (1993).

O intervalo entre limpezas (em anos) é adotado pelo projetista, no momento em que vai realizar o dimensionamento da fossa. Nesse trabalho dimensionamos uma fossa séptica para os intervalos de limpeza variando de 1 a 5 anos.

### 2.3 Levantamento de quantitativos de serviços e custos

Após o dimensionamento das fossas, a próxima etapa será o levantamento dos quantitativos de serviços, ou seja, volume de escavação, lastro de concreto, tampa de concreto, parede de alvenaria e argamassa de revestimento interno. Por fim, após a determinação dos quantitativos de serviços, são realizados os levantamentos dos custos (material e mão de obra) para execução dos sumidouros avaliados, tomando como base os preços constantes no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil SINAPI - para Sergipe em novembro/2021.

## 2.4 Análise financeira dos volumes de fossas

Nessa etapa do trabalho, contactamos a seguinte empresa limpa-fossas da cidade de Aracaju/SE no qual realizou uma análise financeira adotando um período de análise de 10 anos. O custo final é dado pela equação 1, abaixo:

$$CFT = CC + N \times CL \quad (1)$$

Onde:

CFT = Custo Final Total, em R\$

CC = Custo de Construção da Fossa, em R\$

N = número de limpezas no período de 10 anos CL = Custo de Limpeza, em R\$.

Fonte: Os autores (2022)

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Dimensões Calculadas

As fossas foram dimensionadas, para a mesma escola, alterando apenas o intervalo entre limpezas. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Fossa	Intervalo entre limpezas	Vol. útil(m <sup>3</sup> )	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura útil(m)	Altura total (m)
I	1 ano	11,92	1,40	4,20	2,0	2,30
II	2 anos	14,32	1,55	4,65	2,0	2,30
III	3 anos	16,72	1,70	5,10	2,0	2,30
IV	4 anos	19,12	1,80	5,40	2,0	2,30
V	5 anos	21,52	1,90	5,70	2,0	2,30

Tabela 2 – Dimensões internas, calculadas para as diferentes fossas.

Fonte: Os autores (2021)

### 3.2 Quantitativos de serviços

Após a determinação das dimensões das fossas (comprimento, largura e altura útil e total) foi realizado o levantamento quantitativo dos serviços, cujos resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.

Fossa	Volume de Escavação (m³)	Lastro de concreto (m³)	Tampa de concreto (m²)	Parede de alvenaria (m²)	Argamassa de Revestimento (m³)
I	20,29	0,83	7,04	25,76	0,386
II	24,13	0,98	8,49	28,52	0,428
III	28,30	1,16	10,07	31,28	0,469
IV	31,26	1,28	11,20	33,12	0,497
V	34,37	1,40	, 1239	34,96	0,524

Tabela 3 – Quantitativos dos serviços para execução das fossas sépticas

Fonte: Os autores (2021)

### 3.3 Estimativas de Custos para Construção

Com base nos quantitativos de serviços levantados, em composições de custos unitários e na pesquisa de preços junto ao SINAPI– Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil para Sergipe em novembro/2021, foram levantados os custos apresentados no Gráfico 1.

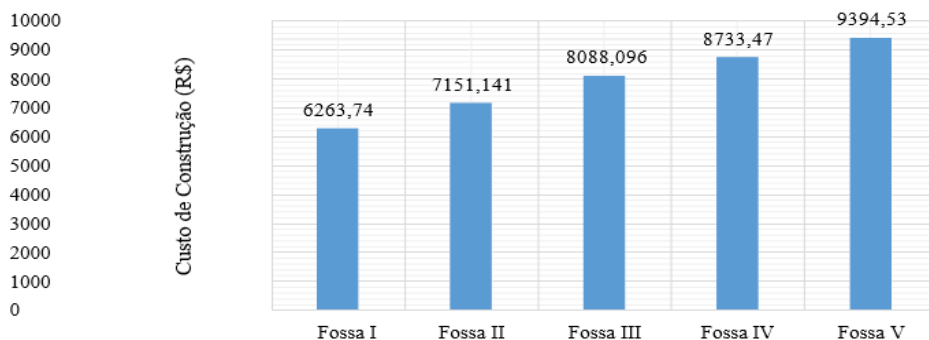


Gráfico 1 – Custo de construção de diferentes volumes de fossas sépticas

Fonte: Os autores.

### 3.4 Análise Financeira do Volume das Fossas

Foram contatadas 3 empresas que apresentaram como orçamento, um valor fixo (entre R\$ 200 e 250) para até 3 m³ de volume, e R\$ 50 para cada m³ excedente. Em nossa análise adotaremos o valor médio de R\$ 230 até 3 m³ e R\$ 50 para cada m³ excedente. A análise é apresentada no Gráfico 2.



Gráfico 2 – Análise financeira dos volumes de fossas sépticas

Fonte: Os autores.

## 4 | CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- Fossas de menor volume, tem um custo de construção menor, em contrapartida, as limpezas são realizadas com maior frequência;
- Fossas de maior volume, tem um custo de construção maior, em contrapartida, as limpezas são realizadas com menor frequência;
- A análise financeira considerando os gastos de construção e limpeza, indicou para esse caso específico, que o intervalo entre limpezas de três anos (Fossa III) é mais adequado financeiramente.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. (2022). “Atlas de esgotos - Despoluição das Bacias Hidrográficas” Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/#>. Acesso em: 10 jan. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1993) “NBR 7227: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos” Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 15p.

BRASIL. (2015). “Manual de Saneamento” Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. 4. Ed. Brasília: FUNASA, 642p.

FERNANDES, R. O. (2015). “Fossa séptica é solução para áreas rurais”. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SINAPI (2021) – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. “Referências de preços e insumos 2021” Disponível em: <[www.caixa.gov.br](http://www.caixa.gov.br)>. Acesso em: 20 jan. 2022.

# CAPÍTULO 7

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

Data de aceite: 01/08/2022

### **Richard Welsch**

SABESP-SP

Gerente da Operação de Água e Controle de Perdas da Unidade de Gerenciamento Regional Interlagos na Unidade de Negócio Sul da Diretoria Metropolitana São Paulo-SP

### **Thiago Santim**

Gerente de Operações na Suez Brasil São Paulo-SP

### **Henrique dos Santos de Oliveira**

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
Engenheiro Civil, a área da Operação de Água e Controle de Perdas da Unidade São Paulo-SP

### **Edilson Souza Santos**

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
Encarregado operacional, responsável pelo controle e redução de perdas, Controle e Monitoramento dos equipamentos operacionais São Paulo-SP

### **Alessandro Esmeraldo**

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
Encarregado operacional, responsável pelo controle e redução de perdas, Controle e Monitoramento dos equipamentos operacionais São Paulo-SP

**RESUMO:** O Setor de abastecimento Grajau está vinculado à Unidade de negócio Sul (MS), e é suprido pelo Sistema de abastecimento do Guarapiranga. A média de volume disponibilizado (VD) por ligação faturada no período de fevereiro de 2017 a março de 2018 foi de 20,95m<sup>3</sup> por ligação faturada. O número de ligações totais do setor é de 144.192 um com uma população de 343.945 habitantes e um índice de águas não faturadas de 47,54%, ou um Volume Perdido Anual (VPA) de 18.174.536.000 litros de água por ano. Este era o cenário ao final do ano de 2017, quando recebemos a visita da alta administração da Unidade de Negócio e as perspectivas nos melhores cenários era de manter as perdas neste patamar, ou investir para mudar de patamar e criar uma ruptura, realmente fazendo valer a pena investir para ganhar em Volume Perdido (VP). Assim sendo foi possível estruturar um projeto e demonstrar como a modelagem hidráulica, aliada a boas propostas de setorização, podem não somente atingir excelentes resultados, mas também antecipar com segurança os valores que deverão ser atingidos, após a execução das obras, servindo assim como balizador para eficácia das soluções propostas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Redução de Perdas , modelagem hidráulica, Contrato de Performance.

## INTRODUÇÃO

Perdas Reais representam as perdas de água do sistema de abastecimento decorrentes de vazamentos na infraestrutura de distribuição e/ou de extravasamentos em reservatórios.

Dentre as intervenções para o controle de perdas reais, onde se realizam as ações de caráter corretivo e preventivas focadas nas principais causas das Perdas Reais são os vazamentos em ramais, vazamentos em redes, pressões altas, entre outras. Além da infraestrutura (material de ramal e rede, idade, etc.) o fator físico de análise deve ser a pressão por zona ou área controlada por VRP (setorização).

A eficiência energética constitui-se como uma valiosa oportunidade para as empresas de saneamento básico, consolidarem a sua sustentabilidade com a criação de valor real para o negócio e simultaneamente para a sociedade e para o meio ambiente, garantindo um consumo mínimo de energia segundo a real necessidade de vazão /pressão de água para os seus sistemas.

## OBJETIVO (S)

Reduzir as perdas físicas do Setor de Abastecimento Grajau em no mínimo 18%

## METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia escolhida foi a de Estudo de Caso - Implantação e Otimização do Setor de Abastecimento de Água Grajau e Marilda.

### Breve histórico do Setor de Abastecimento Grajau

Em 2017 o setor de abastecimento Grajau tinha uma população de 343.945 mil habitantes e contava uma extensão de rede de 658 km e uma área de 51 km<sup>2</sup>.

O setor de abastecimento estava dividido em 03 zonas de pressão (Zona Alta, Zona Baixa e uma zona de coroa chamada de Zona Altíssima). Conforme apresentado na Figura 01.

A Figura 02 apresenta o sistema de abastecimento no formato unifilar.

set/17		
VD	2.892.986	m3/mês
	1488,16	l/s
VU	2.035.814	m3/mês
	1047,23	l/s
Para um VM	1.587.587	m3/mês
	816,66	l/s
VP	1.305.399	m3/mês
	230,57	l/s
Usos	448227	m3/mês
Ligação	134.094	
IPDT	213	l.lig/dia
IANC	45,12%	

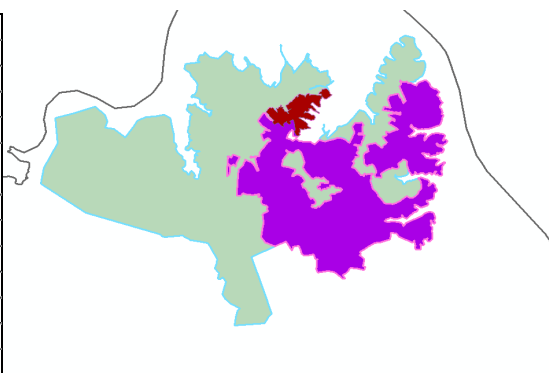


Figura 01 – Setor Grajau e tabela de informações em 2017

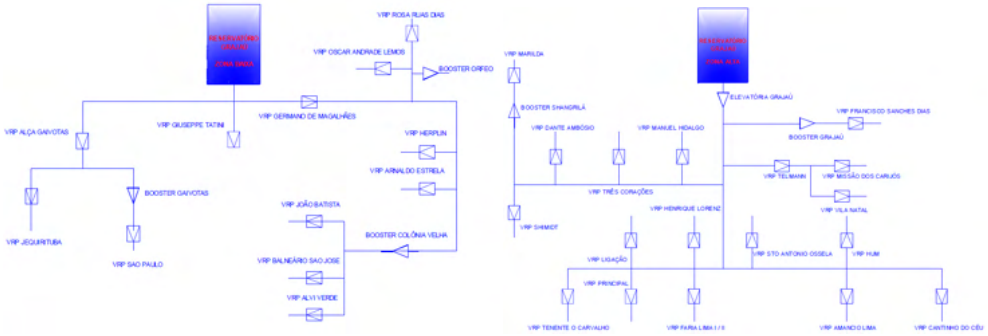


Figura 02 – Esquema unifilar da Rede de Distribuição de Água

Em 2015 viveu-se um período de crise hídrica e o governo intensificou a campanha de uso racional da água e a empresa lançou mão de um programa de bônus e multas impactando diretamente no Volume Micro medido. Podemos ver no gráfico VD x VM esta redução no biênio 2014/2015. Esta ação provocou uma redução no volume medido que não se recuperou mesmo com o fim da crise hídrica em 2016, conforme apresentado pela Figura 03.

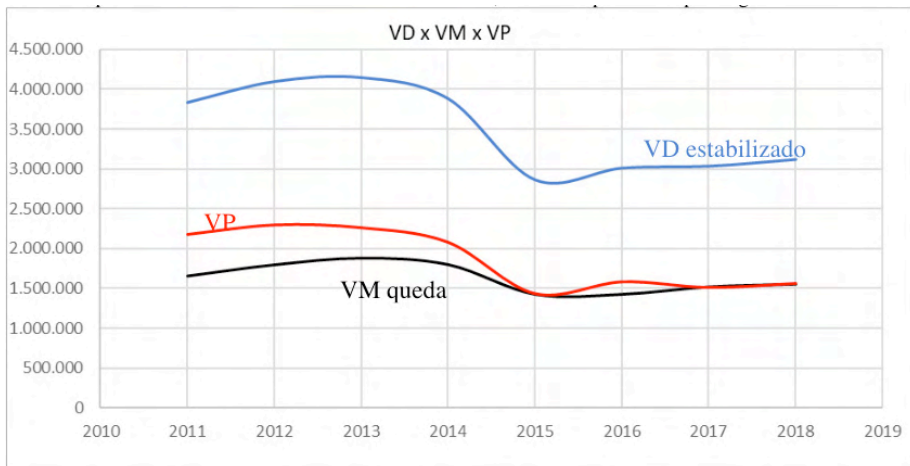


Figura 03 – Impactos nos volumes VD, VM e VP

O VD com a crise hídrica também mudou de patamar, no entanto, logo estabilizou-se e manteve-se sem grandes alterações.

### A modelagem hidráulica de 2017

O modelo hidráulico do Setor de Abastecimento Grajau, indicava diversas áreas com falta d'água e outras tantas com pressões elevadas.



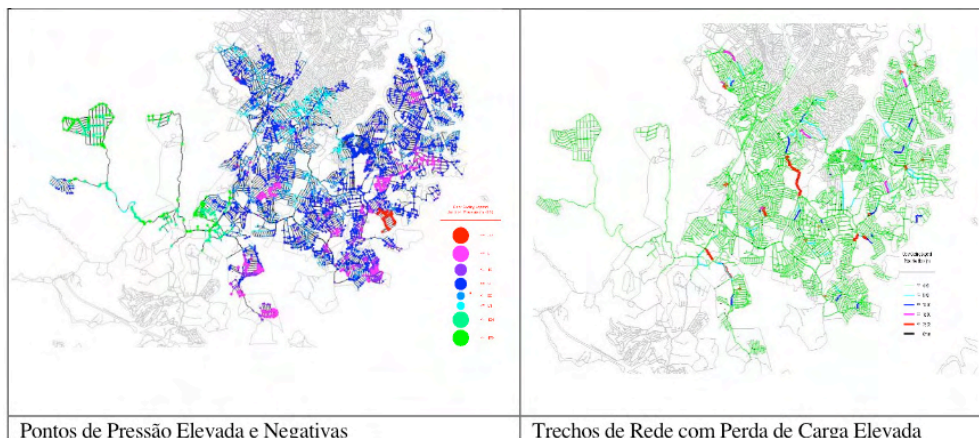


Figura 04 – Apresentação dos pontos de cargas de pressões extremas e com elevada perda de carga

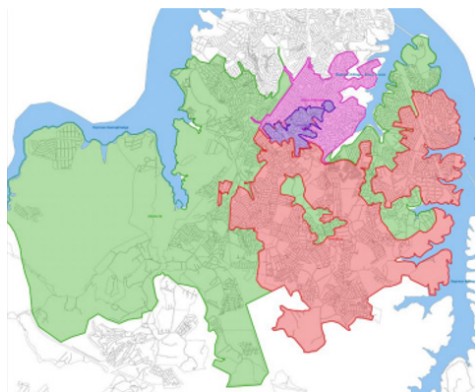
Com a modelagem foi possível diagnosticar diversas anomalias do sistema, como pontos de pressão elevada, evidenciando novas áreas para a implantação de Válvulas Redutoras de Pressão, ou identificar os problemas que ocasionam a ocorrência de falta d'água, ou mesmo trechos com elevada perda de carga.

Uma vez nomeado o problema, identificada a causa raiz, é realizada uma proposta de solução que é rapidamente inserida no modelo e instantaneamente sabe-se a solução será ou não eficaz e mais, também é possível saber se a solução proposta causa algum outro problema a montante ou jusante da sua implantação.

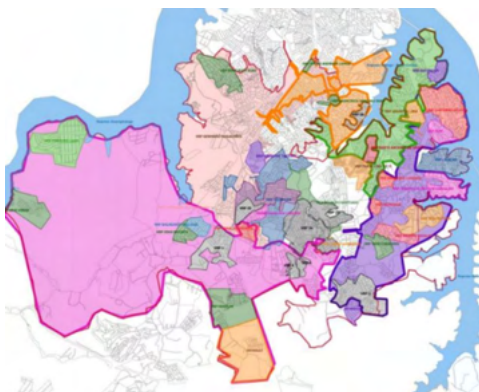
O objetivo a ser alcançado é manter a cota piezométrica entre 10mca e 30mca.

A partir deste ponto, começa a ser elencada um conjunto de soluções (já testadas em alternativas e cenários no modelo hidráulico) de modo a compor um pacote que irá ser orçamentado e licitado.

O plano de pressão médio passara de 42 mca para 32 mca, conforme figura 05:



Setorização antiga do Grajau : Pressão média de 42mca



Setorização nova do Grajau : Pressão média de 32mca

Figura 05 – Pressões médias no setor antes e após a nova setorização

Outro ponto muito frágil antigo setor, era a operação por Booster. No SA Grajau havia 02 grandes boosters em zona de pressão, e quando havia um problema quer relacionado com manutenção ou falta de energia elétrica o número de reclamações de falta d'água crescia exponencialmente.

A análise crítica do mês Dez/2017 do indicador de Falta d'água, relaciona os números de ocorrências do ano de 2017 com as falhas dos diversos Booster do Setor Grajau. A figura 06 traz a análise crítica e as áreas de influência.

**Análise Crítica:**

O indicador se manteve abaixo da meta prevista durante praticamente o ano todo, com exceção aos meses de Março onde tivemos várias ocorrências de queda de energia elétrica e manutenções de equipamentos, Maio tivemos insuficiência de adução devida limpeza e desinfecção do reservatório Grajau, falta de energia elétrica nas EEA's e diversas manutenções em equipamentos e Dezembro como segue:.

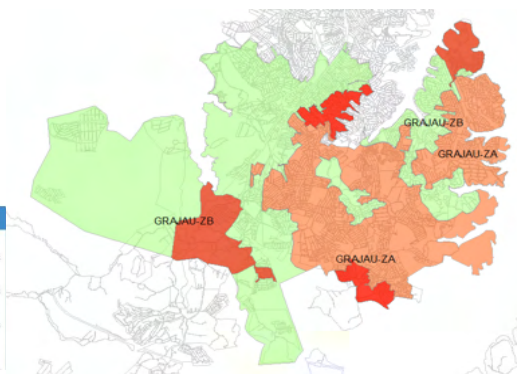


Figura 06 – Analise Critica do ano de 2017 a mapa das áreas de influência dos Boosters

Outro ponto importante e que o plano piezométrico da Zona Alta Grajau estava fixado, na pressão mínima de 38 mca e no decorrer do dia chegava a 40 mca, esse procedimento operacional tornara-se obrigatório em razão do projeto do Booster Zona Alta Grajau. Quando da sua implantação, os projetistas não acreditavam que as pressões de recalque fossem ficar abaixo de 40 mca, portanto no dimensionamento do Booster fizeram

uma opção por trabalhar com as bombas em série. No entanto, com o decorrer dos anos e com o ajuste fino do Setor de Abastecimento, conseguimos atingir o patamar de eficiência em que poderíamos operar com pressões menores, no entanto para isso seria necessário implantar um novo Booster conforme Figura 07, este sim operando individualmente, liberando a Estação Elevatória da Zona Alta para poder operar com pressões de 30 mca.

Isto implica em um ganho da ordem de 12 mca em toda a Zona Alta do Setor Grajau.

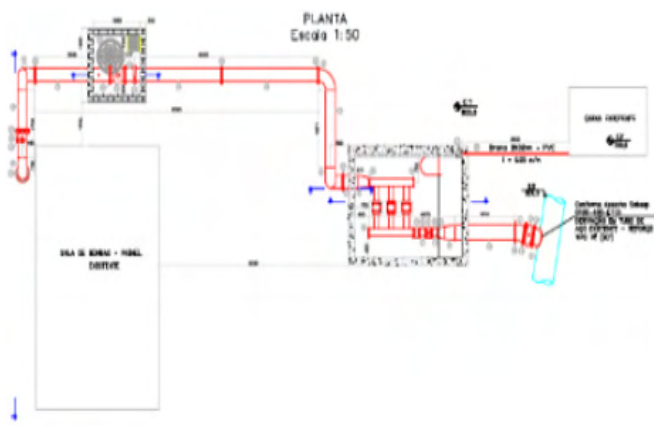


Figura 07 – Projeto remodelado do novo Booster Zona Altíssima, direta da rede

## A Proposta de Contratação do Performance de Volume Perdido (VP)

A proposta advinda dos cenários da modelagem hidráulica, apontavam para que fosse criada um novo setor de abastecimento (Jardim Marilda), conforme figura 08. Este reservatório já fazia parte do PMA e deveria ser construído no ponto oposto ao reservatório Grajau, na cota mais alta do sistema. Com este novo reservatório abriria a possibilidade para a desativação da maioria dos boosters, com a inclusão de novas Válvulas redutoras de Pressão, de modo a controlar o sistema por alças.

O escopo compreenderá serviços de engenharia para reduzir volume perdido (VP) em três programas de benefícios:

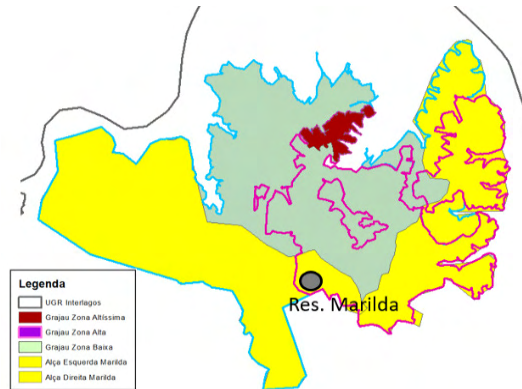


Figura 08 – Projeto remodelado do novo Booster Zona Altíssima, direto da rede

Setorização para implantação de novo setor de abastecimento Jardim Marilda:

1 – Programa para redução de pressão nas redes (obras para setorização):

A – Estudos, projetos E execução de reservatório metálico (10.000 m<sup>3</sup>) para nova setorização do setor Grajaú, Figura 10.

B – Projeto executivo e implantação de aproximadamente 500 metros de adutora em aço Ø 700 mm em túneis ARMCO de 1,2 metros para criação do novo setor de abastecimento Grajaú e interligação Ø 700 mm para abastecimento do novo Reservatório;

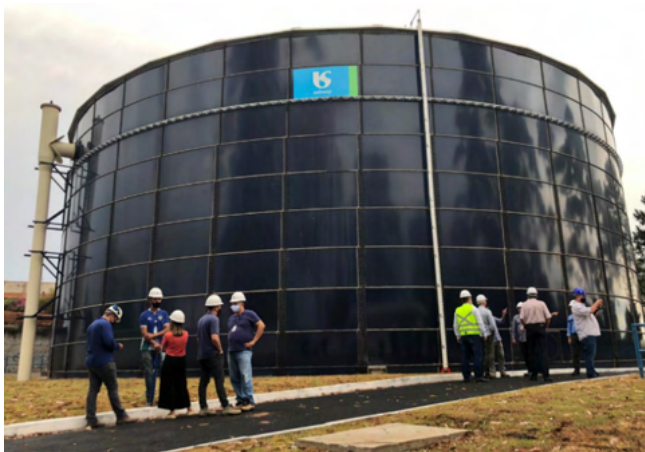


Figura 09 – Novo Reservatório Jd. Marilda. Metálico 10.000m<sup>3</sup>

2 – Programa para gestão de pressão nas redes (serviços de engenharia):

A – Estudos, projetos E implantação do booster zona altíssima para a nova setorização Grajaú;

B – Estudos, projetos E adequação da Estação Elevatória de água Grajaú/ Parelheiros;

C – Estudos, projetos E implantação de 11 (onze) VRP's no setor de abastecimento Grajaú;

D - Projeto executivo e implantação de redes e interligações 13.500 metros de (110 a 400 mm) para setorização do novo setor de abastecimento Grajaú.

E – Estudos, modelagem matemática, medições de campo, projetos executivos e especificações técnicas.

F – Estudo e diagnóstico de eficiência energética em instalações de saneamento.

3 – Programa de controle ativo de vazamentos (detecção de vazamentos não visíveis, reparo, troca de ramal e regularização):

A – Estudos, plano de trabalho e execução de um programa de varredura para detecção de vazamentos não visíveis em 1.322 Km de redes.

B - Reparos de vazamentos em rede, ramal e trocas de ramal;

Para alcançar o objetivo optou-se pelo regime de contratação semi-integrada, regulamentada pela Lei 13.303/16 e regido pelo Regulamento Interno de Licitação e Contratação, para a prestação dos serviços técnicos de engenharia, elaboração de estudos, projetos e a implantação de planos de trabalho através de um contrato de Performance.

Neste tipo de contrato o valor global do contrato, ofertado pela Contratada, corresponde a uma composição da Remuneração Básica acrescida da bonificação da Performance que será calculado em 20% da Remuneração Básica. O prazo de vigência contratual programado foi de 60 (sessenta) meses consecutivos e ininterruptos, contados da data da celebração do termo sendo: 18 meses – Implantação do escopo obrigatório com Remuneração Variável, 12 meses – Apuração de performance com Remuneração Variável, 30 meses – Remuneração Fixa.

A grande vantagem deste tipo de contratação, e que a empresa construtora, torna-se parceira interessada no alcance dos resultados posteriores a implantação das soluções propostas. Com isso o envolvimento torna-se diário buscando soluções rápidas para os problemas da operação.

## **RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS**

Como resultado deste projeto, era esperado uma economia 18% do VP ou seja 308.802 m<sup>3</sup>/mês, mas a intenção é atingir o valor de 370.563m<sup>3</sup>/mês, cerca de 120% ou uma economia anual de 4.446.750.000 de litros de água por ano, ou 25% de todo o Volume Perdido no Setor Grajau.

O resultado obtido na apuração dos primeiros 5 meses de apuração da performance foi uma economia de 1.680.301.000 de litros ou uma média mensal de 420.075 m<sup>3</sup>/mês,

valor superior ao esperado no contrato, conforme a Figura 10.

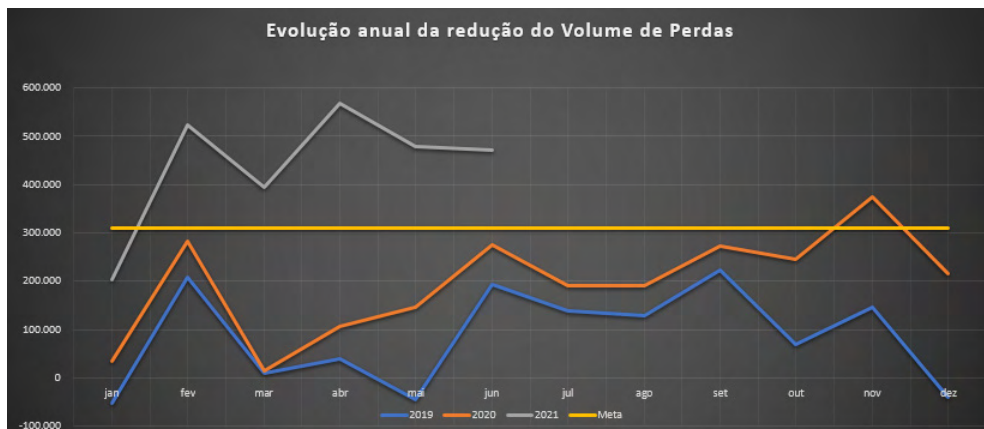


Figura 10 – Gráfico com a redução de Volume de Perdas e meta de 18% do VP

Quando da análise dos cenários criados com a modelagem, com a análise chegamos a estes números que após as obras concluídas, ficaram muito próximos dos cenários modelados.

	Indicadores	Projeção		Apurado			Indicadores	Projeção		Apurado	
		set/17	jun/21	set/17	jun/21			set/17	jun/21		
Grajaú	VD	1.575.015	m3/mês	2.208.656	m3/mês	Marilda	VD	871.776	m3/mês	833.610	m3/mês
	VM	1.014.183	m3/mês	1.695.351	m3/mês		VM	573.404	m3/mês	653.854	m3/mês
	VP	560.832	m3/mês	513.305	m3/mês		VP	298.372	m3/mês	179.756	m3/mês
	IPDT	140	l.lig/dia	187,00	l.lig/dia		IPDT	102	l.lig/dia	98,43	l.lig/dia
	Ianc	35,61	%	23,24%	%		Ianc	34,23	%	21,56%	%
	Ligações	85.662	unidades	90.244	unidades		Ligações	48.432	unidades	60.039	unidades

Tabela 1: Comparativo dos Indicadores Projetados e Atingidos em Perdas

Podemos verificar através dos números apresentados, que todas as soluções apresentadas nos diversos cenários que foram propostos no processo de modelagem hidráulica, surtiram o efeito desejado e que a análise econômico financeira do empreendimento, que demonstrou a sua viabilidade técnico econômica foram certas.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quando observamos a evolução da Economia (m3/mês) relativos ao Setor de Abastecimento Grajaú ao longo dos anos (2015-2018) é possível identificar pequenas variações mês a mês, que se justificavam por questões de temperatura e demanda, mas de modo geral não havia mais uma evolução significativa na economia. Isto significava

uma estagnação no patamar de perdas, compatível com os valores disponibilizados na manutenção do sistema.

Julian Thornton, componente da força tarefa da IWA, salienta em Aquino (2007) que: “Quando se está tentando reduzir perdas, é necessária uma gestão contínua. Ela é mais importante do que a técnica em si, se você não faz uma gestão continuada, você não vai conseguir diminuir as perdas de forma sustentável”

Até “quanto” se deve perseguir a redução de perdas? Foi definido anteriormente o “limite técnico” para as perdas em um dado local (perdas “inevitáveis”), mas existe outro limite, quase sempre acima daquele, que é o “limite econômico”, ou seja, há um ponto em que os custos para reduzir as perdas (no caso deste exemplo, os reais) superam os custos de produção e distribuição de água (ou os custos marginais para o desenvolvimento de um novo sistema produtor de água) reflete TARDELLI (2016)

Foi esta realidade que levou ao investimento proposto, e o objetivo de provocar uma ruptura nos indicadores do setor de abastecimento Grajau, conforme Figura 11, que foi amplamente alcançado e até mesmo superado como podemos ver no gráfico abaixo.

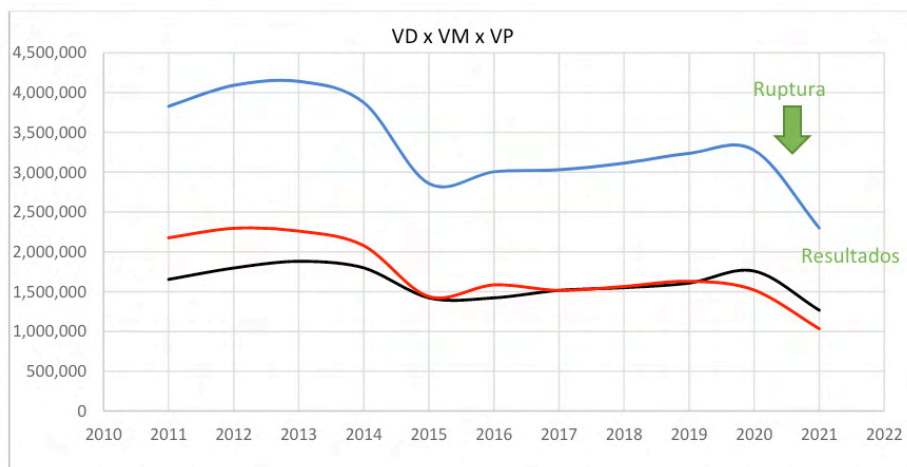


Figura 11 – Gráfico com a redução de Volume de Perdas e meta de 18% do VP, ruptura em Perdas.

Como melhorias implementadas ao longo da vigência do contrato, temos ainda

- Otimização de recursos de mão de obra, materiais e equipamentos;
- Otimização do tempo de execução das atividades e ou operações
- Estrutura de macromedição confiável
- Garantia da melhoria da eficiência operacional, melhor recuperação do abastecimento
- Nova estrutura de Válvulas Redutoras Pressão.

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

O estudo da nova Setorização, realizado em 2017, para implantação do novo setor Marilda apoiado pela modelagem hidráulica, aliado as boas propostas e a uma execução consistente conseguiram efetivar a ruptura de um patamar estabelecido em perdas no Setor Grajau e apontar com segurança os indicadores de perdas do novo setor Marilda.

Os investimentos em redução de perdas têm o efeito de melhorar a qualidade dos serviços melhorando a gestão e o controle operacional, e com as ferramentas como a modelagem hidráulica e com os profissionais de engenharia habilitados, torna-se possível antever os resultados finais com bastante assertividade.

Para finalizar, trazemos o registro feito por TARDELLI (2016) de uma fala de LAMBERT (2013), e resume o esforço feito neste trabalho:

“O primeiro passo é ser honesto e admitir que você tem um problema; daí então começar a quantificar esse problema e priorizar a sequência mais adequada de ações para a situação de cada sistema. Não tenha medo de ouvir e aprender a partir da experiência da sua equipe e de outras pessoas. Não há ‘tiro certo’, nem soluções mágicas, somente progresso gradual obtido por métodos racionais, aplicados por profissionais dedicados, e apoiados por uma administração que verdadeiramente reconhece que a gestão das perdas é uma atividade contínua, e para sempre.”

## REFERÊNCIAS

TSUTUYA, MILTON TOMOYUKI. Abastecimento de água. 2ª Edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005, 643p.

THOMAZ, P. Rede de Água. São Paulo: Navegar, 2011. 328 p.

KOELLE, E. Transientes Hidráulicos, 21-23 de maio de 2013. Mód. 3. Notas de Aula.

AQUINO, V. A luta para combater as perdas de água. Revista Saneas. Volume 10, p 5 – 16. São Paulo, 2007

THORNTON, J. Water Loss Control Manual. MacGraw Hill. 645 p. 2002

FREITAS, V. V. ORELLANA, A. KUHL, J.G. OLIVEIRA, C.R.O. Uma década de controle de pressão nas redes de distribuição da Sabesp. Revista DAE, nº 176 p. 15 – 17, Ago/2007

NBR 12.218/2017 – Elaboração de Projetos. Hidráulicos de Redes de Distribuição de Água Potável para Abastecimento Público.

WELSCH, R., ABREU M.R. GERALDES, A. J. G. SILVA, C. J. Gerenciamento de pressões através da desativação de derivação em marcha, setorização e implantação de distritos de medição e controle no sistema de distribuição do setor de abastecimento Interlagos. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2009.



## DIAGNÓSTICO E DESINFECÇÃO DA ÁGUA PARA USO RESIDENCIAL

Data de aceite: 01/08/2022

**Aloísio José Bueno Cotta**

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/3298545143757892>

**André Romero da Silva**

IFES-Aracruz-ES

<http://lattes.cnpq.br/3079774974302460>

**João Pedro Brunelli Souza**

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/9162825268231261>

**João Luca do Livramento**

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/3213390100209131>

**Bernardo Soares Pirola**

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/7530737977790546>

**Emanuelly Souza de Menezes**

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/5025460402323338>

**Igor Donizete Nunes Bravo**

Sec. Edu. de São Mateus-ES

<http://lattes.cnpq.br/2475704410563097>

**RESUMO:** Devido ao desconhecimento das possibilidades de tratamento e a precariedade do sistema de abastecimento público no Bairro de Guriri, São Mateus-ES, e na região rural de Aracruz-ES (Bairro Barra do Riacho), este projeto propõe a integração da prática pedagógica com a promoção da desinfecção da água, via cloração. Os modelos de cloradores propostos

contemplam um duplo sistema de difusão para aplicação do cloro de modo uniforme e contínuo, ao mesmo tempo que minimiza a necessidade de manutenção. A eficiência dos cloradores, instalados nas residências dos participantes, após sua anuência e instrução, será avaliada com o monitoramento dos níveis de cloro ativo e presença de patógenos (bactérias termotolerantes e E. Coli) ao longo de 90 dias, após instalação no poço ou caixa d'água. Os dados serão obtidos e avaliados com a participação dos da Escola Estadual Wallace Castelo Dutra (EEWCD) em Guriri, e da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Caboclo Bernardo (EEEFMCB), em Barra do Riacho, para verificar a efetividade da desinfecção. Com a realização do projeto espera-se, não apenas, avançar no desenvolvimento dos novos modelos de clorador, mas sim consorciar esta atividade com a melhoria da qualidade da água utilizada pelas populações. Além, de sua conscientização sobre os riscos decorrentes do uso da água sem tratamento e sobre a poluição causada pela construção de fossas rudimentares, com vistas a adoção de um modelo de fossa séptica ambientalmente correto, bem como a popularização das possibilidades para a desinfecção da água captada de fontes alternativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Clorador, cloração, patógenos, fossa.

**ABSTRACT:** Due to unfamiliarity with the treatment techniques and the precariousness of the public water supply system in the Guriri, São Mateus-ES, and the rural region of Aracruz-ES, this project proposes the integration of pedagogical practices with the propagation of

disinfection via chlorination. The proposed chlorinator models include a double diffusion system for continuous chlorine application while minimizing the need for maintenance. After installation of chlorinator in well or water tank, the levels of active chlorine and the presence of pathogens (thermotolerant bacteria and *E. Coli*) will be monitored for 90 days to assess chlorinators effectiveness. The data will be obtained and evaluated with high students of Escola Estadual Wallace Castelo Dutra (EEWCD) in Guriri, and Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Caboclo Bernardo (EEEFMCB), in Barra do Riacho, to verify water disinfection. As a project outcome, we expect to advance in the development of the new chlorinators as a homemade solution for water treatment. In addition, we aim to promote the awareness about the risks of using untreated water and the pollution caused by the rudimentary septic tanks to promote de adoption of an environmentally correct septic tank model, as well as the popularization of possibilities for water disinfection.

**KEYWORDS:** Chlorinator, chlorination, pathogens, cesspool.

## INTRODUÇÃO

### A água

A água é um recurso de vital importância para o ser humano. Necessitamos de grandes quantidades de água nas diversas atividades do nosso dia a dia, que variam desde a água para beber, higiene pessoal, preparo de alimentos e limpeza. Também a empregamos como via de transporte, para saneamento (condução do esgoto), para produção de energia, entre outros fins.

Dada sua importância para as tarefas cotidianas, o homem busca continuamente pelo acesso e controle das reservas de água. Porém, a sociedade nem sempre está consciente dos impactos que causa sobre os recursos hídricos. As atividades humanas afetam o ciclo natural das águas (p. ex. com a construção de barragens), e também causam a poluição das águas quando metais, pesticidas, fertilizantes, resíduos, fármacos, e esgoto, contendo diversos organismos patogênicos (p. ex.: bactérias termotolerantes, *Escherichia coli* (*E. Coli*)), são indevidamente despejados.

Diferentes usos surgiram ao longo do tempo, à medida que a população crescia e avanços tecnológicos surgiam. Desta forma, mais água era demandada para atender as necessidades das sociedades em expansão. Contudo, o consumo crescente não foi seguido de ações para proteção dos recursos hídricos. Esse descaso, faz com que, atualmente enfrentemos grande dificuldade para abastecer toda a população das cidades e para suprir a demanda do campo com água de qualidade. Isto decorre principalmente por causa da degradação das fontes de água e da poluição dos recursos ainda restantes.

### Caracterização do problema

A falta de infraestrutura para saneamento básico, tratamento e distribuição de água é um problema comum nas cidades brasileiras, tanto em capitais, como em municípios

menores. Especialmente em novos loteamentos e zonas rurais, os problemas são maiores, devido ao distanciamento das estações de tratamento de água (ETA), sendo notória também a falta de infraestrutura para coleta e tratamentos de esgoto (IBGE, 2013). Tal situação, obriga a população a realizar a captação de água de fontes alternativas, geralmente impróprias para consumo humano, e ao lançamento de seus dejetos em fossas rudimentares, diretamente no solo ou nos cursos d'água.

O cenário descrito acima, reflete a realidade do município de São Mateus-ES, o qual não dispõe de estações de tratamento de esgoto (ETE) suficientes para os efluentes dos mais de 110 mil habitantes. Assim, cerca de 95% do esgoto é diretamente lançado no rio São Mateus e no seu afluente, o rio Abissínia, comprometendo a qualidade de suas águas, conforme demonstrado no estudo de Cotta et al. (2017).

A situação dos residentes do Bairro de Guriri, São Mateus-ES é ainda mais preocupante, pois a análise de amostras de 35 poços rasos, utilizados como solução individual para complementar o abastecimento nas casas com ligação à rede pública, ou como única fonte nas residências ainda sem ligação, revelou a contaminação de mais de 50% com bactérias termotolerantes (Figura 1), e a presença de *E. Coli* em 20%. Tal contaminação decorre da falta de rede de coleta de esgoto e consequente destinação dos efluentes domésticos em fossas negras, o que terminam por contaminar a água subterrânea. A falta de conhecimento das técnicas de tratamento da água deixa a população à mercê de doenças de vinculação hídrica, como diarreia por *E. Coli*, amebíase que é causada por um protozoário, além de cólera, leptospirose, disenteria, e esquistossomose, entre outras doenças.

Diferentemente do balneário de Guriri, para o qual já existe um diagnóstico da contaminação da água subterrânea explorada pelos moradores (Cotta et al. 2020), para a zona rural de Aracruz-ES não existe uma base de estudos sobre a qualidade da água subterrânea. Soma-se a isso, a constatação da contaminação do rio Araraquara (Distrito de Guaraná, Aracruz) por uma série de protozoários (Grazziotti et al. 2018). O que reforça, ainda mais, a necessidade da atuação deste projeto para a popularização da técnica de desinfecção.

A preocupação se justifica ao considerar que mais de 11 mil habitantes de Aracruz (ou 11,5% da população) ainda não são atendidos pela rede de abastecimento com água tratada e que o esgoto de mais de 21 mil pessoas (21% da população) não é coletado, além disso, apenas 31% recebe tratamento (Água e Saneamento, Aracruz-ES, 2022). Segundo dados do DATASUS (2019), mais de R\$ 36.700 reais foram gastos com despesas decorrentes de internações por doenças de veiculação hídrica em Aracruz-ES em 2018. Em São Mateus-ES os índices são ainda piores, pois 18,1% e 45,3%, respectivamente não tem acesso à água tratada e nem ligação à rede coletora, apenas 5% do esgoto recebe tratamento e os gastos com internações ultrapassaram R\$ 82.300, correspondendo a 17% do total de hospitalizações (DATASUS, São Mateus, 2019), com uma alta de 219% nas

interações entre 2014 e 2019 (DATASUS, São Mateus, 2020).

O consumo e mesmo o contato direto e indireto (em banhos, ao enxaguar a boca após escovar os dentes e lavagem de alimentos ou utensílios domésticos) com água contaminada com patógenos é perigoso, pois estes podem causar desde dor abdominal, febre, até a diarreia intensa e com sangue, e infecções com sérias consequências (Furtado et al. 2017). Nos locais sem sistemas de tratamento e distribuição, uma das alternativas mais recorrentes é a captação de água subterrânea em cacimbas (poços rasos de grande diâmetro) ou poços tubulares rasos, como ocorre no Bairro de Guriri, São Mateus-ES (Figura 1). Nestes casos, dada a alta incidência de contaminação com patógenos, a desinfecção domiciliar da água é necessária. Mas, infelizmente pouco adotada, como revelou os estudos de Fachetti et al. (2017a, b). O tratamento por cloração é um dos mais indicados, principalmente devido ao seu efeito residual. Alguns trabalhos sugerem o uso de cloradores simplificados (Figura 2), como proposta de baixo custo para atender a população sem acesso à água tratada (Ferreira et al. 2016).



FIGURA 1 - Indicação de poços com infrações (presença) para coliformes termotolerantes em Guriri (Fachetti e Cotta 2017)

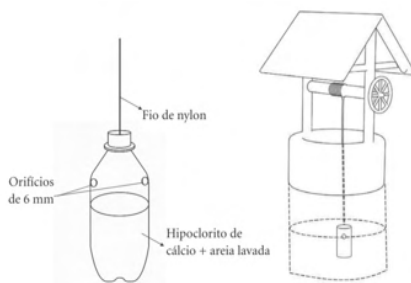


FIGURA 2 - Clorador simplificado por difusão e posicionamento no poço cacimba (Ferreira et al. 2016).

Ferreira et al (2016) empregou o clorador (Figura 2), com 340 g de hipoclorito de cálcio e 85 g de areia média lavada, para tratar a água de 20 cacimbas compartilhados por 39 famílias de um assentamento rural. Segundo o manual da FUNASA (2006) esta mistura é suficiente para a desinfecção de 2 mil litros de água, sendo o cloro liberado durante trinta dias. Porém, constatou-se que com apenas 15 dias após a instalação, metade dos poços já voltou a apresentar coliformes e *E. Coli*, piorando para 75% de contaminação após 30 dias. As determinações revelaram que o nível de cloro ativo se manteve abaixo do mínimo desejado (0,2 mg/L) após 15 dias da instalação dos cloradores (Portaria GM/MS N° 888, 2021). Um, dentre os 20 poços, não apresentou descontaminação. Os autores concluíram, que o atual modelo de clorador não garantia a descontaminação completa da água, mas que mesmo assim seu uso é importante, apesar de necessitar de aprimoramento. Além disso, o projeto teve uma grande aceitação pela população local que se responsabilizou pela manutenção dos cloradores, revelando a importância social deste tipo de projeto.

A Portaria 2914/2011, do Ministério da Saúde (MS), estabelece que os produtos destinados a cloração da água para consumo humano devem atender a norma técnica da ABNT 15784/2017, a qual lista as substâncias orgânicas e inorgânicas liberadoras de cloro ativo. Diversos produtos (p. ex.: Clor-In, Aquatrat Genco, AgroAzul e Clim90) possuem registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária, sendo comercializados na forma de pastilhas de 20 g, com 50 a 90% (m/m) de cloro ativo, o que é suficiente para tratar cerca de 10 mil litros de água. Seus princípios ativos são tricloro, ou dicloro-S-triazina triona, que apresentam eficiência comprovada contra diversos microrganismos causadores de doenças: *E. Coli*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona aeruginosa*, *Vibrio cholerae*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella sp.*

Estes produtos geralmente orientam para aplicação direta na caixa d'água, uma operação de risco, pois geralmente está em um local alto e de difícil acesso. Além disso, a aplicação direta da pastilha (seja no poço ou caixa d'água) não permite o controle sobre a intensidade da cloração, nem a efetiva manutenção dos níveis preconizados de cloro ativo (entre 0,2 e 2 mg/L). Soma-se ainda a necessidade de frequente reposição das pastilhas, de acordo com o consumo. Por isso, neste projeto, novos modelos de cloradores, com um mecanismo simples de controle da dissolução da pastilha, serão utilizados para minimizar o consumo e a necessidade de reposição das pastilhas. O uso dos cloradores objetiva uniformizar a aplicação do cloro, promovendo um tratamento mais efetivo e duradouro com menor frequência de manutenção e riscos operacionais.

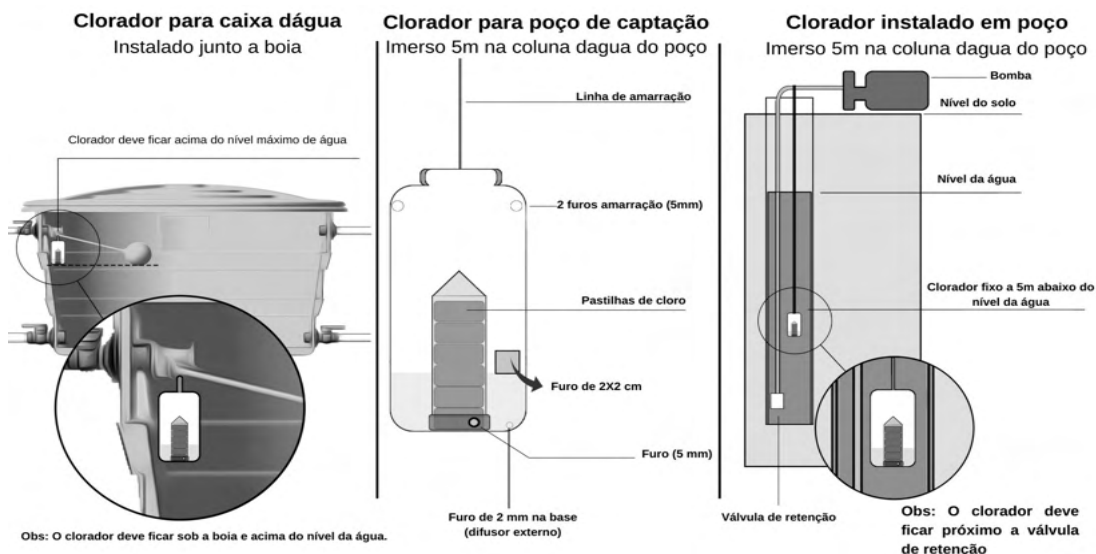


FIGURA 3 – Esquema do clorador e sua instalação na caixa d'água ou no poço.

A construção dos cloradores para uso na caixa d'água e no poço são detalhados nas tabelas abaixo.

## Construção do Clorador para Caixa D'Água

## Ilustrações

1º) Escolher dois frascos de modo que o menor caiba dentro do maior (até 8 cm altura). O menor deve ter boca larga, com 3 cm de abertura.

2º) Fazer um furo (1 a 2 cm de largura) a 1 cm da base do frasco maior (frasco/difusor externo).

3º) Fazer dois furos (2 mm de largura) na base do frasco maior.

4º) Fazer dois furos de 5 mm na base do frasco menor (frasco/difusor interno).

5º) Preencher o frasco menor com pastilhas de cloro e tampar. O frasco menor é colocado dentro do maior, com a furação para baixo.

6º) Fixar o clorador sob a boia (ou cano de entrada de água) de modo que a água entre pelo frasco maior.

7º) Amarrar o frasco maior, sem tampa, com linha de pesca grossa.

8º) Ajustar o flutuador da boia para que o nível máximo da água na caixa não alcance o furo de saída de água do frasco maior.

9º) No dia seguinte, testar a presença de cloro na água. Para isso adicione 2 gotas de toluidina (fornecida pelo projeto ou adquirida em casas de material para piscina) à meio copo de água de uma das torneiras de sua casa. Se a solução ficar levemente amarelada está confirmada a presença de cloro na água e o bom funcionamento do clorador.

10º) Caso perceba um forte cheiro ou gosto na água, verifique se clorador foi corretamente instalado. Geralmente, uma superdosagem de cloro ocorre quando o nível da água na caixa d'água se eleva ao ponto de entrar pelo furo de saída. Neste caso, você deve suspender o clorador e dobrar o arrame do flutuador da boia para evitar que a caixa se encha ao ponto de alcançar a base do clorador.

11º) Caso perceba gosto e cheiro fortes na água, remova o clorador e entre em contato com a equipe do projeto ([projetcloadorceunes@gmail.com](mailto:projetcloadorceunes@gmail.com)) para outras instruções.

FIGURA 3 – Passo a passo da construção. Instalar de modo que o clorador fique acima do nível máximo da água na caixa d'água.

### Marcação das furações

#### Difusor externo



#### Frasco boca larga



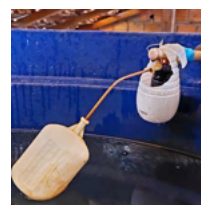
### Opções de pastilhas de cloro



### Teste da cloração da água da torneira



### Instalação na caixa d'água



## Construção do Clorador para Poço

## Ilustrações

- 1º) Escolher dois frascos estreitos de modo que o maior caiba dentro do cano do poço.
  - 2º) Fazer dois furos (de 1 a 2 cm de largura) perto da base do frasco maior (difusor externo).
  - 3º) Fazer um corte lateral na parte superior do frasco maior.
  - 4º) Fazer dois furos de 5 mm na base do frasco menor (difusor interno), com aprox. 200 mL de capacidade.
  - 5º) Preencher o frasco menor com pastilhas de cloro e tampar. O frasco menor é colocado dentro do maior, passando pelo corte lateral, com sua furação para baixo.
  - 6º) Retirar a tampa do frasco maior, amarrando-o em uma das pontas de uma linha de pesca grossa (0100) com aprox. 7 m de comprimento.
  - 6º) Descer o clorador (frasco externo, contendo o frasco interno com as pastilhas) pelo cano do poço até perto da válvula de retenção (geralmente a 6 m de profundidade).
  - 7º) Se o poço tiver tampa, passar a outra ponta da linha pelo furo da tampa e prender a linha na bomba ou na tubulação próxima à bomba.
  - 8º) Dois dias após a instalação, testar a presença de cloro adicionando 2 gotas de toluidina (fornecida pelo projeto ou adquirida em casas de material para piscina) à meio copo de água de uma das torneiras de sua casa. Se a solução ficar levemente amarelada está confirmada a presença de cloro na água e o bom funcionamento do clorador.
  - 9º) A linha de amarração permite puxar o clorador quando for o momento de recarregar o sistema com mais pastilhas de cloro. Isto é percebido quando a amostra testada como toluidina não ficar amarelada.
  - 10º) Se perceber um forte cheiro ou gosto na água, após a instalação do clorador, subir o clorado. Isto é, encurtar em aproximadamente 1 m da linha de amarração, assim o clorador ficará mais distante da válvula de retenção e liberará uma menor dose de cloro. Se o problema persistir entre em contato com a equipe do projeto ([projetclocloradorceunes@gmail.com](mailto:projetclocloradorceunes@gmail.com)) para outras instruções.
- FIGURA 4 – Passo a passo da construção do clorador. Instalar de modo que o clorador fique perto da válvula de retenção do poço. Usar linha de pesca grossa (0100) para amarração.

Difusor externo      Frasco boca larga



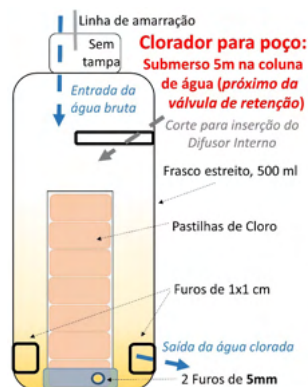
Opções de pastilhas de cloro



Teste da cloração da água da torneira



Esquema do clorador



## CONCLUSÕES

A aplicação dos novos modelos de clorador, para o tratamento da água, apresenta-

se como uma proposta integradora de vertentes educacionais e tecnológicas junto a alunos de ensino médio e da população em geral, para despertar sua responsabilidade socioambiental. Os participantes diretos do projeto são os alunos cadastrados e os responsáveis legais de suas residências, conforme as diretrizes do Comitê de Ética do CEUNES (registro CAEE: 49914521.4.0000.5063).

Outros interessados podem construir e instalar seus próprios cloradores seguindo as instruções e vídeos disponíveis no site e no Instagram do projeto, acessíveis através dos QR Codes abaixo. Se ainda assim, persistirem dúvidas, entre em contato (projetocloradorceunes@gmail.com) ou pelo WhatsApp. Fique a vontade para fazer contato com nossa equipe seja por e-mail ou pelo whatsapp.



*TCLE (responsável pela residência)*



*TCLE (aluno maior de 18 anos)*



*TALE (aluno menor de 18 anos)*



Em caso de dúvidas, entre em contato (projetocloradorceunes@gmail.com) e peça o TCLE e/ou TALE. Se for postar uma foto de seu clorador marque o projeto (projeto\_clorador/).

## AGRADECIMENTOS

A equipe do projeto (SIPAC-IFES nº 23147.000832/2021-46) agradece aos colaboradores: RECEPAC (Rede de Cooperação em Estudos, Extensão e Pesquisas sobre Ambientes Costeiros e Marinhos Capixabas), ao EJA (Estaleiro Jurong Aracruz), ao IFES



(Instituto Federal do Espírito Santo) e a FACTO.



## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15784: Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano: Efeitos à saúde: Requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 3º ed, 2017.

COTTA, A.J.B.; DUBOC, L.; JESUS, H.C. Impacts of urban wastewater and hydrogeochemistry of the São Mateus River, Espírito Santo, Brazil. *Environmental Earth Science*, 76:334-342, 2017. disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-017-6658-x>

COTTA, A.J.B.; FACHETTI, P.S.; ANDRADE, R. P. A. Characteristics and impacts on the groundwater of the Guriri beach resort, São Mateus, ES, Brazil. *Environ Dev Sustain*, 23, 10601–10622, 2020. DOI: 10.1007/s10668-020-01074-5

DATASUS Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, 2020. Ministério da Saúde. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>

FACHETTI, P.S.; COTTA, A.J.B. Avaliação do pH, condutividade e presença de patógenos nas águas de poços rasos do bairro de Guriri, São Mateus - ES, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso, 47p. CEUNES, 2017. Disponível em: [https://quimica.saomateus.ufes.br/sites/quimica.saomateus.ufes.br/files/field/anexo-avaliacao\\_do\\_ph\\_condutividade\\_e\\_presenca\\_de\\_patogenos\\_nas\\_aguas\\_de\\_pocos\\_rasos\\_do\\_bairro\\_de\\_guriri\\_sao\\_mateus\\_-\\_es\\_brasil\\_priscilafachetti.pdf](https://quimica.saomateus.ufes.br/sites/quimica.saomateus.ufes.br/files/field/anexo-avaliacao_do_ph_condutividade_e_presenca_de_patogenos_nas_aguas_de_pocos_rasos_do_bairro_de_guriri_sao_mateus_-_es_brasil_priscilafachetti.pdf)

FACHETTI, P.S.; FAVERO, D.; COTTA, A.J.B. Qualidade da água subterrânea do bairro Guriri, São Mateus-ES. VI Encontro Capixaba de Química-SBQ/ES, Vitória-ES, 2017a. Disponível em : [https://www.academia.edu/35358509/Qualidade\\_da\\_%C3%A1gua\\_subterr%C3%A2nea\\_do\\_bairro\\_Guriri\\_S%C3%A3o\\_Mateus\\_ES](https://www.academia.edu/35358509/Qualidade_da_%C3%A1gua_subterr%C3%A2nea_do_bairro_Guriri_S%C3%A3o_Mateus_ES)

FACHETTI, P.S.; PAULA, E.S.; COTTA, A.J.B. Análise microbiológica em amostras coletadas de poços artesanais no bairro Guriri na cidade de São Mateus-ES. XXXV Encontro Nacional dos Estudantes de Química, São Paulo, 2017b. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/316842496\\_Analise\\_microbiologica\\_em\\_amostras\\_coletadas\\_de\\_pocos\\_artesianos\\_no\\_bairro\\_guriri\\_na\\_cidade\\_de\\_sao\\_mateus-es](https://www.researchgate.net/publication/316842496_Analise_microbiologica_em_amostras_coletadas_de_pocos_artesianos_no_bairro_guriri_na_cidade_de_sao_mateus-es)

FERREIRA, D.C.; LUZ, S.L.B.; BUSS, D.F. Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21, 767-776, 2016. Disponível: <https://www.scielo.br/j/csc/a/ZTJg75P3MCFkzqnqsdBVcFC/?lang=pt>

FURTADO, R.N.; CUNHA, H.; SILVA, G.C.X; CUNHA, A.C. Avaliação da conformidade físico-química e microbiológica da água tratada e distribuída no município de Santana/AP. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, 101-110, 2017. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica-/article/view/SPC2179-6858.2017.004.0009>

Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021. Ministério da Saúde, 85 °ed., 127 p. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>

Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde, 10 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)

# CAPÍTULO 9

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

Data de aceite: 01/08/2022

### **Ulisses Costa de Oliveira**

Universidade Federal do Ceará. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici  
Fortaleza-CE-Brasil

### **Edilson Holanda Costa Filho**

Universidade Federal do Ceará. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici  
Fortaleza-CE-Brasil

### **Ana Maria Maia**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE  
Fortaleza-CE-Brasil

### **Cleverton Caçula de Albuquerque**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE  
Fortaleza-CE-Brasil

### **Priscila Soares Mendonça**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE  
Fortaleza-CE-Brasil

### **Natália Pinheiro Xavier**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE  
Fortaleza-CE-Brasil

### **Willian Richard de Souza Cidral**

Universidade Estadual de Joinville  
Joinville - SC

### **Wartyson Douglas Santos de Menezes**

Universidade Federal de Sergipe.  
Departamento de ciências florestais  
São Cristóvão - SE

### **Izaías de Souza Silva**

Universidade Estadual de Goiás (UEG)  
Anápolis - GO

### **Carlos Alberto Mendes Junior**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE  
Fortaleza-CE-Brasil

**RESUMO:** O método Curve Number (CN) tem sido amplamente utilizado para estimar o escoamento superficial a partir de eventos de chuva no Brasil. O presente trabalho realizou uma análise comparativa, do parâmetro CN (Curve Number) e do uso e cobertura da terra entre os anos de 1990, 2005 e 2020, na Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI), localizada no estado do Ceará, Brasil. Para isto, foram utilizados dados de uso e cobertura do solo para os referidos anos, além de dados espaciais referente à pedologia na área de estudo. Os dados de uso e cobertura foram relacionados com as classes hidrológicas dos solos. Os resultados mostraram que a BHRI apresenta CN médio de 61,59. Os valores mostram que apesar de pouco urbanizada, a bacia apresenta, em razão dos solos que a compõem, tendência ao aumento do escoamento superficial, devendo, portanto, ser controladas as formas de uso, de forma que se evitem práticas que convertam cobertura florestais em usos que promovam a

exposição do solo ou sua impermeabilização. Como resultado final foram gerados mapas de CN para a bacia objeto do estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Escoamento superficial; Bacia hidrográfica; Geotecnologias.

## INTRODUÇÃO

A geração de escoamento superficial é um processo complexo controlado por características de captação, incluindo uso e manejo da terra, solo, topografia e litologia (ZHANG et al., 2018). É um processo hidrológico que possui um alto grau de variabilidade temporal e espacial (LEMMA et al., 2018).

O Método Curve Number (Método CN) foi desenvolvido pelo Serviço de Conservação dos Solos (SCS) dos EUA desde a década de 1930, a partir da necessidade de conhecimento dos processos hidrológicos (escoamento superficial e capacidade de armazenamento de água pelo solo) em bacias hidrográficas de pequeno porte, constituindo uma ferramenta auxiliar para pesquisadores e para gestores na conservação dos solos e dos recursos hídricos. Percebeu-se a necessidade de obtenção de dados hidrológicos e o estabelecimento de procedimentos simples para a estimativa das taxas de escoamento superficial em bacias hidrográficas (CARVALHO e RODRIGUES, 2021). O método CN, conceitual e empírico, é simples com apenas um parâmetro CN, tornando-o o método mais utilizado para o cálculo do escoamento com base em eventos de chuva (LAL et al., 2019).

De acordo com Anjinho et. al. (2018) o parâmetro adimensional CN varia de 0 a 100, de forma que valores próximos de 100 representam uma condição limite de uma bacia completamente impermeável, com taxa de retenção igual a zero. Já valores próximos de zero indicam alta taxa de retenção de água, representando bacias muito permeáveis, onde não há escoamento superficial, independentemente da quantidade de chuva acumulada (ANJINHO, 2018).

A metodologia (SCS, 1972) é utilizada para converter o volume de precipitação em volume de escoamento superficial através da equação 1 (REZENDE, 2018):

$$Q = \frac{\left( P - 0,2 \left( \frac{25400}{CN} - 254 \right) \right)^2}{\left( P - 0,8 \left( \frac{25400}{CN} - 254 \right) \right)} \quad (1)$$

Onde **Q** - Volume de água pluvial escoada (mm) **P** - Volume de precipitação (mm)  
**CN** – Curve Number (adimensional).

Nesse contexto, o presente trabalho se propôs a realizar uma análise comparativa, bem como espacializar o parâmetro CN (*Curve Number*) entre os anos de 1990, 2005 e 2020, na Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI), localizada no estado do Ceará, Brasil. Para isto, foram utilizados dados de uso e cobertura do solo para os referidos anos, além de dados espaciais referente à pedologia na área de estudo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI), com área de aproximadamente 1.060 km<sup>2</sup>, pertencente à região hidrográfica do rio Coreau, inserida na porção norte do estado, na macrorregião Noroeste Cearense, compreendendo os municípios de Uruoca, Granja, Tianguá e Viçosa do Ceará (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 3°16'33.75"S / 41°9'40.29"O e 3°49'53.98"S / 40°48'32.05"O.

De acordo com Guimarães (2020), a área da BHRI localiza-se no domínio de clima semiárido, com período chuvoso irregular e um período seco prolongado, abrangendo dois tipos climáticos: Tropical Quente Semiárido e Tropical Quente Subúmido. Assenta-se sobre duas morfoesculturas bastante distintas: Depressão Sertaneja e Planalto da Ibiapaba. No contexto dos domínios morfoesculturais, identificam-se quatro unidades geomorfológicas: Depressão Sertaneja, Planície Fluvial, Serras Subúmidas e Planalto da Ibiapaba. Quanto à fitoecologia, na área ocorrem as seguintes unidades fitoecológicas: Caatinga Arbustiva Aberta; Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea); Carrasco; Complexo Vegetacional da Zona Litorânea; Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca); e Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio Nebular (Mata Úmida). No tocante à pedologia, os principais solos encontrados na Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI) por área de abrangência: Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelhos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos e Planossolos Nátricos.

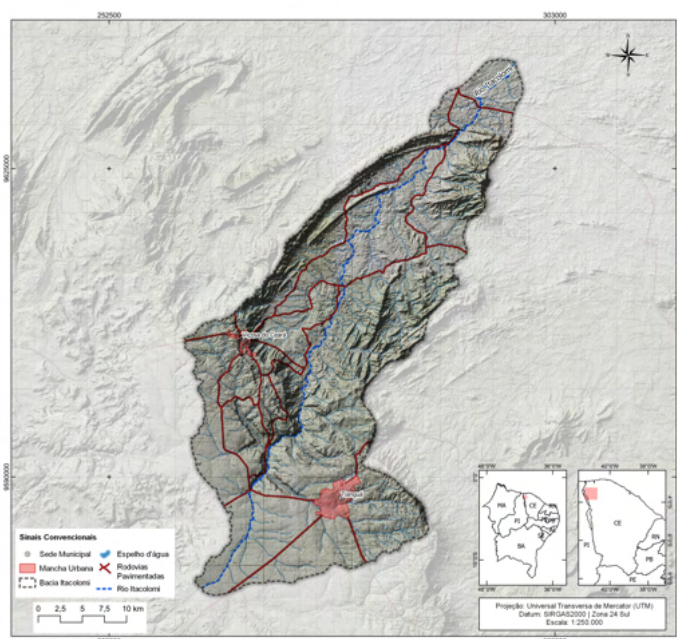


Figura 1 – Localização da BHRI.

A aquisição dos dados espaciais utilizados na presente pesquisa ocorreu conforme a seguir: os dados de pedologia foram adquiridos da Fundação Cearense de Meteorologia – FUNCEME; o modelo digital de elevação ALOS/PALSAR foi adquirido gratuitamente da Agência Japonesa e Exploração Aeroespacial – JAXA; os dados de uso e cobertura da terra foram adquiridos do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomass).

Quanto aos limites da BHRI, estes foram extraídos a partir do MDE ALOS/PALSAR, por meio dos procedimentos implementados no *software* QGIS versão 3.16.13 - Hannover, por meio das ferramentas de análise hidrológica do terreno componentes do *System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA GIS)*.

A metodologia SCS-CN classifica os solos em quatro grandes grupos, conforme sua capacidade de infiltração e produção de escoamento superficial, classificados em A, B, C ou D, representando um acréscimo do escoamento nessa mesma ordem (ANJINHO et. al., 2018). A classificação dos grupos hidrológicos dos solos seguiu as diretrizes estabelecidas por Sartori, Lombardi Neto e Genovez (2005). Os solos do grupo hidrológico A são solos muito profundos (> 200 cm), com alta taxa de infiltração e resistência e tolerância a erosão, solos porosos com baixo gradiente textural (<1,20), textura média, solos bem drenados ou excessivamente drenados. Os solos do grupo B são solos profundos (100 a 200 cm), com moderada taxa de infiltração e resistência e tolerância a erosão, solos porosos variando com gradiente textural variando entre 1,20 e 1,50, textura arenosa ao longo do perfil ou de textura média. Os solos do grupo C são Solos profundos (100 a 200 cm) ou pouco profundos (50 a 100 cm), baixa taxa de infiltração e baixa resistência a erosão, são solos com gradiente textural maior que 1,50, solos associados a argila de atividade baixa (Tb). Por fim, os solos do grupo D são solos de taxa de infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência a erosão, solos rasos (< 50 cm), solos pouco profundos associados a mudanças textural abrupta, solos argilosos associados à argila de atividade alta (Ta), solos orgânicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 2, a área da BHRI compreende seis classes pedológicas abrangendo uma área de 1.060 km<sup>2</sup>. As classes mais representativas na bacia são Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho, ambas classificadas no grupo hidrológico A totalizando 411,36 km<sup>2</sup> (38%). Os Argissolos Vermelho-Amarelos compreendem 31% da área total da bacia, somando 329,29 km<sup>2</sup>, sendo classificados no grupo hidrológico B. Os Neossolos Litólicos e Planossolos Nátricos, ambos classificados no grupo hidrológico D, abrangem 277,41 km<sup>2</sup> (26%) da BHRI. Por fim, a classe de solos Neossolos Flúvicos abrange 4% da área (42,93 km<sup>2</sup>), sendo classificados no grupo hidrológico C.

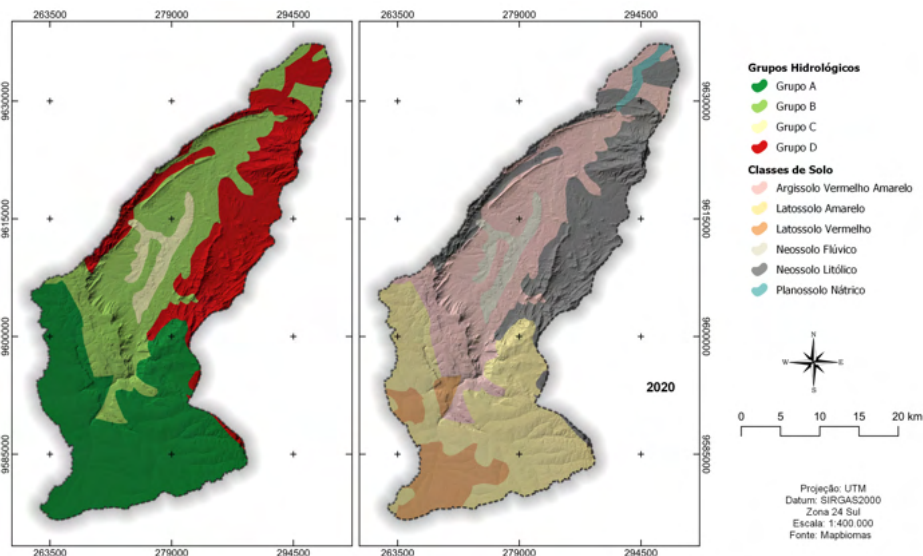


Figura 2 – Grupos hidrológicos dos solos e suas classes na BHRI.

Quanto à dinâmica do uso e cobertura da terra na BHRI, ao longo dos anos de 1990, 2005 e 2020, conforme ilustrado na Figura 3, as classes de vegetação (formações florestal, savânica e campestre) apresentaram queda, ao passo que as classes de uso voltadas para pastagem e agricultura apresentaram aumento de suas áreas, evidenciando, mesmo que de forma pouco expressiva.

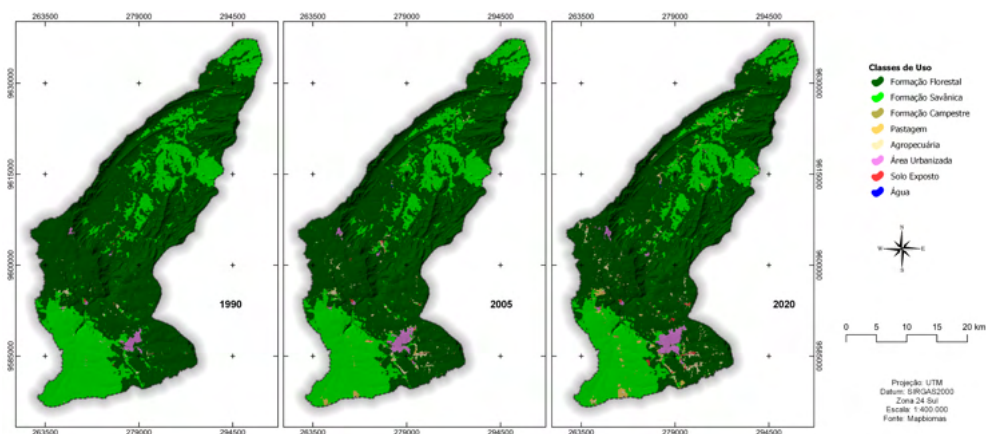


Figura 3 – Classes de uso e cobertura da terra na BHRI.

Nos anos de 1990 a 2005, as classes Formação Florestal e Formação Savânica apresentaram um decréscimo de 19,58 e 20,89 km<sup>2</sup>, respectivamente. As classes

Pastagem e Agropecuária, por sua vez, apresentaram incremento de 11,73 e 22,40 km<sup>2</sup>, respectivamente, o que evidencia uma transformação no uso da terra a partir de atividades antrópicas. As áreas urbanas apresentaram crescimento de 3,75 km<sup>2</sup>. Em relação aos anos de 2005 a 2020, as classes Formação Florestal e Formação Savânica mantiveram a tendência de queda em suas áreas, com 18,52 e 13,25 km<sup>2</sup>, respectivamente, diferentemente das classes Pastagem, Agropecuária e Área Urbanizada que mantiveram os incrementos na ordem de 11,24, 15,18 e 3,82 km<sup>2</sup>, respectivamente.

A classe que obteve o crescimento mais expressivo foi a Agropecuária com um aumento de 37,58 km<sup>2</sup> de 1990 a 2020, seguida pela classe Pastagem, com 22,97 km<sup>2</sup>.

Na direção oposta, as classes Formação Florestal e Formação Savânica apresentaram redução de 38,10 e 34,13, respectivamente. Essas alterações, combinadas com os tipos de solo contribuem diretamente para redução da permeabilidade na bacia.

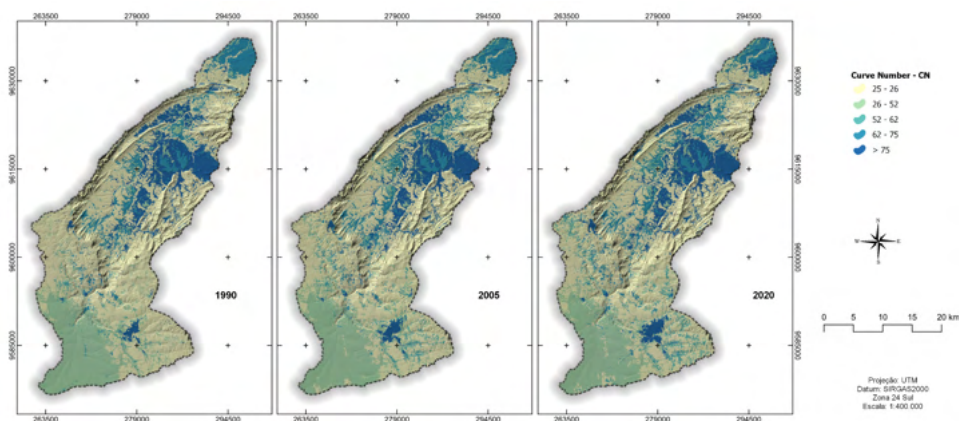


Figura 4 – Valores de CN na BHRI.

A Figura 4 mostra os valores de CN espacializados na BHRI. Ao longo dos três períodos analisados, predominam áreas com baixos valores de CN evidenciando uma bacia com baixo potencial de escoamento superficial e alta infiltração em mais de 60% do seu território, conforme pode-se verificar na Tabela 1.



Classes de CN	Áreas (km <sup>2</sup> %)						Variação (km <sup>2</sup> )	
	1990	%	2005	%	2020	%	1990 - 2005	2005 - 2020
< 26	654,93	0,62	642,83	0,61	631,18	0,60	-12,10	-11,65
26 - 52	190,00	0,18	177,69	0,17	169,44	0,16	-12,31	-8,25
52 - 62	10,85	0,01	27,34	0,03	38,20	0,04	16,49	10,86
62 - 75	89,15	0,08	98,13	0,09	98,52	0,09	8,98	0,39
> 75	115,08	0,11	114,02	0,11	122,67	0,12	-1,06	8,65
<b>Média</b>	<b>60,74</b>		<b>61,86</b>		<b>62,16</b>		-	

Tabela 1 – Variação das classes de CN por área e percentual na BHRI

As áreas que apresentaram valores de CN maiores do que 75%, são aquelas ocupadas por áreas urbanizadas, como é o caso da mancha azulada (Figura 4) na porção sudeste da área, além daquelas compostas por Formações Savânicas assentadas sobre Neossolos Litólicos que se caracterizam por serem de pouca profundidade e com presença de rochas, o que o caracteriza por uma taxa de infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência a erosão. Outro ponto importante é o fato de a bacia ser muito pouco urbanizada, o que favorece os processos de infiltração e redução do escoamento superficial.

## CONCLUSÕES

Através do presente trabalho foi possível espacializar os valores de CN e evidenciar as áreas mais impermeáveis na BHRI com potencial de geração de escoamentos superficiais mais significativos.

A bacia, apesar de pouco urbanizada, apresenta, em razão dos solos que a compõem, tendência ao aumento do escoamento superficial, devendo, portanto, ser controladas as formas de uso, de forma que se evitem práticas que convertam cobertura florestais em usos que promovam a exposição do solo ou sua impermeabilização.

Por fim, o método contribui para o planejamento do território, podendo ser usado para promover usos que sejam adequados às características naturais da bacia de forma que se evitem processos erosivos e consequente degradação do meio físico afetando a qualidade de vida da população.

## REFERÊNCIAS

ANJINHO, P. S.; BARBOSA, M.A.G.A.; SANTOS, A.R.; MAUAD, F.F. (2018). *Espacialização do Parâmetro Curve Number (CN) na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Lobo para o período de 1985 e 2017*. In: XVI SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL, 2018, São Carlos. Anais [...]. São Paulo: PPG-SEA, 2009. 12 p.

CARVALHO, F.; RODRIGUES, S. C. (2021). Método Curve Number – pesquisas e discussões dos parâmetros valor CN e abstração inicial. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 25, e31. <https://doi.org/10.5902/2236499447861>.

GUIMARÃES, L.S. *Geoecologia das Paisagens: aportes para o planejamento ambiental na sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi, Ceará, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Vale do Acaraú. Sobral, 2020.

LAL, M., MISHRA, S. K.; KUMAR, M. (2019). Reverification of antecedent moisture condition dependent runoff curve number formulae using experimental data of Indian watersheds. *CATENA*, 173, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.09.002>.

LEMMA, H., ADMASU, T., DESSIE, M., FENTIE, D., DECKERS, J., FRANKL, A., POESEN, J., ADGO, E.; NYSSSEN, J. (2017). Revisiting lake sediment budgets: How the calculation of lake lifetime is strongly data and method dependent. *Earth Surface Processes and Landforms*, 43(3), 593–607. <https://doi.org/10.1002/esp.4256>

REZENDE, V.S.; RIBEIRO, V.O.; MENDES, Y.S. (2018) *Determinação dos valores de número de deflúvio (CN) para o perímetro urbano de Dourados-MS*. In 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Jardim, MS, 20 a 24 de outubro 2018 Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 230-239.

ZHANG, X., HU, M., GUO, X., YANG, H., ZHANG, Z.; ZHANG, K. (2018). Effects of topographic factors on runoff and soil loss in Southwest China. *CATENA*, 160, 394–402. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.10.013>.

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

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 12/06/2022

**Maria Dulce Pessoa Lima**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/3858405559521752>

**Denise Aguiar dos Santos**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/3233039959018955>

**Eliaquim Alves dos Santos Melo**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/1482219898855358>

**José Guilherme Pinho Oliveira Sales**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/9791372848377469>

**Mony Daniel Barros Costa**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/8743317756327058>

**Thalison Cleto Silva Ferreira**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/8706864380445423>

**Marcelo Richelly Alves de Oliveira**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/2626571824977848>

**Maxwell Lima Reis**

Instituto de Ensino Superior Múltiplo - IESM

Timon, MA

<http://lattes.cnpq.br/1310488355331221>

**RESUMO:** Objetivou-se com o estudo avaliar os parâmetros físico-químicos da água do rio Parnaíba, em um trecho localizado entre as cidades de Timon (MA) e Teresina (PI), e realizar o enquadramento de acordo com Kubitzka (2010) e com a Resolução CONAMA 357/05. Na presente pesquisa, foram selecionados cinco pontos distintos de coleta da água do rio Parnaíba para a verificação das características físico-químicas, tais como: transparência, temperatura, alcalinidade, oxigênio dissolvido, dureza, amônia, nitrito e pH. As coletas foram realizadas no mês de novembro de 2019, no período conhecido como B-R-O- bró que é considerado o mais quente na região, nos dias: 05, 06 e 08. A primeira coleta foi feita entre 09 e 10h da manhã, a segunda entre 12 e 13h e a última entre 16 e 17h. Perfazendo um total de 41 amostras. As análises foram realizadas no laboratório de Química da Faculdade IESM com o Alfakit – Polikit Piscicultura de Água Doce, com exceção da transparência e do oxigênio dissolvido que foi realizado no ponto de coleta dentro do barco. De acordo com os resultados discutidos, segundo Kubitzka (2010) se encontraram no padrão: transparência 48,78%, temperatura 100%, alcalinidade 85,36%, oxigênio dissolvido 100%, dureza 68,29%, amônia 4,88%, nitrito 100% e pH 29,27 % das amostras. A Resolução CONAMA 357/05 não determina valores para

os parâmetros: transparência, alcalinidade e dureza. Com exceção da amônia, os demais parâmetros em todos os pontos, estavam dentro do valor permitido pela mesma. Conclui-se que, a água do rio Parnaíba não é viável para a piscicultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água; Análises físico-químicas; Rio Parnaíba.

## PHYSICO-CHEMICAL FEASIBILITY OF THE WATER OF THE PARNAÍBA RIVER IN THE USE OF FISH CULTURE

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the physicochemical parameters of the Parnaíba river water, in a stretch located between the cities of Timon (MA) and Teresina (PI), and to perform the framework according to Kubitzka (2010) and the CONAMA Resolution 357/05. In the present research, five distinct points of water collection of the Parnaíba river were selected to verify the physicochemical characteristics, such as: transparency, temperature, alkalinity, dissolved oxygen, hardness, ammonia, nitrite and pH. The collections were performed in November 2019, during the period known as BRO-bró which is considered the hottest in the region, on days 05, 06 and 08. The first collection was made between 09 and 10 am, the second between 12 and 13h and the last between 16 and 17h. Making a total of 41 samples. The analyzes were performed in the IESM Faculty Chemistry laboratory with Alfakit - Polikit Freshwater Fish Farming, except for the transparency and dissolved oxygen that was performed at the collection point inside the boat. According to the results discussed, according to Kubitzka (2010) were found in the standard: transparency 48.78%, temperature 100%, alkalinity 85.36%, dissolved oxygen 100%, hardness 68.29%, ammonia 4.88%, 100% nitrite and pH 29.27% of the samples. CONAMA Resolution 357/05 does not determine values for the parameters: transparency, alkalinity and hardness. With the exception of ammonia, the other parameters at all points were within the value allowed by it. It is concluded that the Parnaíba river water is not viable for fish farming.

**KEYWORDS:** Parnaíba River; Physicochemical analysis; Water.

## INTRODUÇÃO

Os problemas que afetam diretamente a qualidade da água de rios ocorrem de diversas formas, como o lançamento de esgotos domésticos tratados ou não tratados de forma adequada; a falta ou incapacidade do modo que os efluentes industriais são verificados, de forma que sua destinação seja feita corretamente algo que a fiscalização dessas indústrias não faz com eficiência; do desmatamento; e as práticas agrícolas incorretas (MACEDO, 2003).

A qualidade da água para uso das atividades aquícolas está próxima a requerida para água potável, embora a turbidez possa ser maior, a qualidade química deve se apresentar em ótimas condições podendo assim inviabilizar a atividade (ALBANEZ; MATOS, 2007).

Para que a água seja considerada de qualidade deve atender a padrões de qualidade definidos por legislação própria (Artigo 357 – Resolução CONAMA). Dentre os fatores que podem ocasionar perda da sua qualidade, estão a presença e a proliferação de parasitas e

microrganismos patogênicos, que se constitui como principal agente causador de malefícios à saúde humana (SOARES *et al.*, 2002). A manutenção e o controle das populações microbianas são fundamentais, visto que a densidade elevada de microrganismos na água pode levar a deterioração de sua qualidade, com desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis, além de possibilitar a transmissão de doenças (CASTANIA, 2009).

O rio Parnaíba, localizado na região Nordeste, banha estados do Maranhão e do Piauí. Tem um importante papel socioeconômico pela potencialidade de seus recursos naturais que propiciam aptidão para o desenvolvimento de inúmeras atividades: pesqueiras e agropastoris, de navegabilidade, de energia elétrica, de abastecimento urbano, de lazer, dentre outras (SÓ GEOGRAFIA, 2007 – 2019).

Apelidado de “Velho Monge”, o principal rio da bacia nasce nos contrafortes da chapada das Mangabeiras, confluência de três outros rios: Água Quente, na divisa de Maranhão e Piauí, Curriola e Lontra, ambos no território do estado Piauiense. Este corre cerca de 1450 quilômetros até sua desembocadura no Oceano Atlântico, servindo, ao longo de todo seu curso, de divisa entre Maranhão e Piauí (SANTIAGO, 2006 – 2019).

Antes de adentrar no Oceano Atlântico, o Parnaíba forma um amplo e recortado delta – o único delta em mar aberto das Américas e um dos três maiores do mundo. O Delta do Parnaíba é um importante ponto turístico, atraindo pessoas de todo o mundo, interessadas no turismo ecológico (SÓ GEOGRAFIA, 2007 – 2019).

Assim, objetivou-se com o estudo avaliar os parâmetros físico-químicos da água do rio Parnaíba como possível fonte para a criação de peixes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As coletas foram realizadas no mês de novembro, no período conhecido como B-R-O- bró que é considerado o mais quente na região, nos dias: 05, 06 e 08 de 2019. A primeira coleta foi feita entre 09 e 10h da manhã, a segunda entre 12 e 13h e a última entre 16 e 17h da tarde. Em cinco pontos distintos do rio Parnaíba, no perímetro urbano das cidades de Timon (MA) e Teresina (PI).

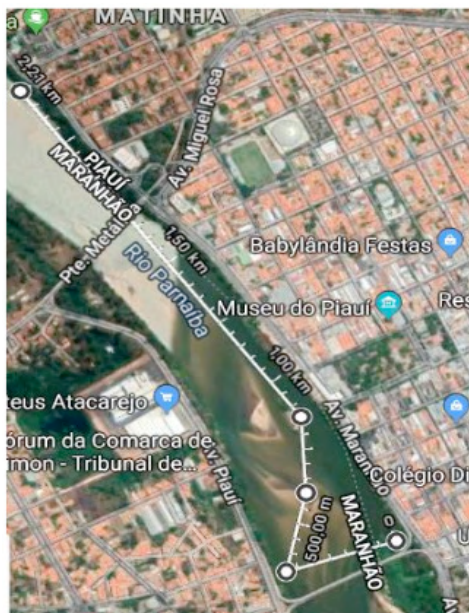


Figura 1. Localização dos pontos de coleta de água ao longo do rio Parnaíba.

Fonte: Google Maps

Pontos	Latitude	Longitude
P1	5.090699	42.817282
P2	5.094407	42.819700
P3	5.092011	42.820100
P4	5.083320	42.826836
P5	5.09.6950	42.820386

Quadro 1. Coordenadas geográficas dos cinco pontos ao longo do rio Parnaíba.

Fonte: Google Maps.



Figura 2. Caracterização dos pontos de coleta de água do rio Parnaíba (P1, P2, P3, P4 e P5); Ferramenta utilizada para a captação da água ("F").

Fonte: autora

O ponto um (P1) é a área onde há um despejo de esgoto constante, o ponto dois (P2) é no meio do rio, o ponto três (P3) há presença de vegetação, o ponto quatro (P4) além de ter também o despejo de esgoto, há lavagem de carros diariamente e o ponto cinco (P5) é próximo a uma galeria desativada da cidade de Timon (MA) (Figura 2). Os quatro primeiros pontos são todos do lado da cidade de Teresina (PI).

Para realização da captação da água, utilizou-se uma "ferramenta" (Figura 2) feita manualmente, onde na ponta de um cabo de vassoura, estava amarrada uma garrafa plástica de 250 ml que quando submersa era preenchida de água. Depois de coletadas, as amostras foram identificadas e colocadas em uma caixa isotérmica (sem gelo). Para posteriormente serem encaminhadas para o Laboratório de Química da Faculdade IESM e o Alfakit – Polikit Piscicultura de Água Doce passaram por análises físico-químicas com a finalidade de obter informações sobre a viabilidade da piscicultura e das potencialidades do rio, com exceção da temperatura e do oxigênio dissolvido que foi realizado no ponto de coleta dentro do barco. Perfazendo um total de 41 amostras.

No primeiro dia de coleta, foram analisados apenas os quatro pontos iniciais citados acima. O ponto cinco, do lado da cidade de Timon (MA), foi incluído a partir do segundo

dia depois de observar alguns aspectos relevantes, como a existência de uma galeria de despejo de esgoto. No segundo dia não foi possível fazer a primeira coleta no ponto um, pois ao chegarmos lá, um pescador tinha colocado a sua rede justamente na entrada para o ponto, contudo nos impossibilitando de passar.

Assim como na segunda coleta, entre 12 e 13h, o pescador ainda se encontrava no mesmo lugar e já “tratando” os peixes, então a coleta foi feita do lado de fora do ponto mesmo. Mas no final da tarde, entre 16 e 17h, conseguimos chegar no ponto e realizar a coleta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físicos e químicos fundamentais no controle de qualidade de água em piscicultura estão descritos no quadro 1 (KUBITZA, 2010).

<b>Físicos</b>	<b>Níveis desejados para o cultivo de peixes tropicais</b>
Temperatura	25 - 30 °C
Cor/ Transparência	40 - 60 cm
<b>Químicos</b>	-----
pH	6,5 - 8,0
Alcalinidade	> 50mg CaCO <sub>3</sub> /L
Dureza	> 30mg CaCO <sub>3</sub> /L
Oxigênio dissolvido	> 4mg/L
Amônia tóxica	< 0,05mg/L
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	< 0,5mg/L

Quadro 2. Principais parâmetros físicos químicos de água e níveis desejados para o cultivo de peixes tropicais.



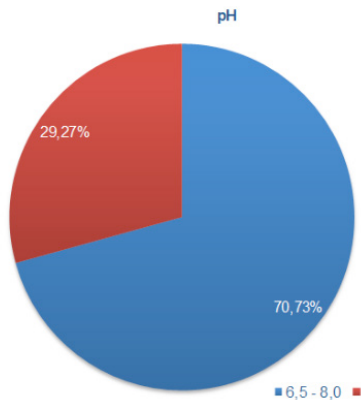


Figura 3. Valores do pH.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nos sistemas de produção de pescado é importante o monitoramento do pH, suas alterações muito grandes podem afetar o desenvolvimento dos peixes e até ocasionar a mortalidade em alguns casos extremos. Principalmente nas fases iniciais de criação, onde os peixes são ainda mais sensíveis a essas alterações (ALBANEZ; MATOS, 2007).

O valor recomendado varia entre 6,5 a 8,0 (KUBITZA, 2010). Ao comparar o pH dos diferentes pontos, 29,27 % atingiram o recomendado. Enquanto que, 70,73 % estavam fora do padrão considerado adequado. O menor valor foi 5,9 (P2) obtido na segunda análise e o máximo 7,0 encontrado na terceira análise (P3).

A Resolução CONAMA 357/2005 determina a faixa padrão para pH aceitos para águas de classe 2, entre 6 e 9. Os valores obtidos apresentaram conformidade a legislação ambiental.

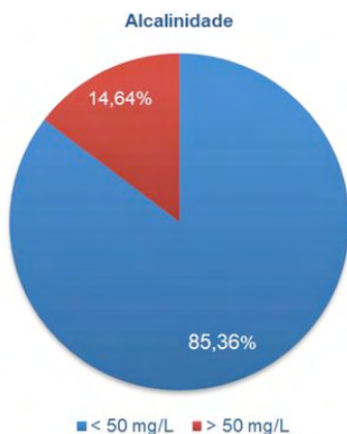


Figura 4. Valores de alcalinidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

Sendo um importante indicador para a qualidade da água a alcalinidade, esse parâmetro é a média da capacidade de neutralizar ácidos. Avaliar esse parâmetro no ambiente de cultivo contribui para a moderação do pH. Ambientes com pouca alcalinidade inicial podem alterar o processo de oxidação da amônia nítrico pelas bactérias nitrificantes. Essas bactérias ao oxidarem a amônia reduzem os níveis de alcalinidade (NASCIMENTO, 2018).

O valor mínimo recomendado é 50 mg/L (KUBITZA, 2010). Com os resultados obtidos, 14,64% das amostras estavam dentro do padrão e 85,36% apresentaram valores inferiores a 50 mg/L, deste modo adequadas para a piscicultura. O menor valor foi 20 mg/L (P5) e o maior foi 160 mg/L (P1).

A Resolução CONAMA 357/2005 não determina um limite para esse parâmetro.

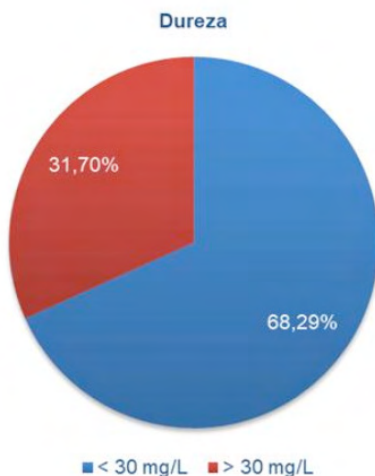


Figura 5. Valores de dureza.

Fonte: Dados da pesquisa.

O valor mínimo de dureza recomendado é 30 mg/L (KUBITZA, 2010). Onde, 68,29% estavam abaixo de 30 mg/L e 31,70% dentro da margem considerada como adequada.

A Resolução CONAMA 357/2005 não estipula um limite para esse parâmetro.



Figura 6. Valores de oxigênio dissolvido.

Fonte: Dados da pesquisa.

A concentração de oxigênio na água exerce grande influência sobre o consumo de alimento, crescimento e a conversão alimentar dos peixes, o que pode contribuir para a redução da produtividade dos sistemas de criação (KUBITZA, 2003).

O valor mínimo desejado é de 4 mg/L (KUBITZA, 2010). Onde o mínimo foi 7 mg/L (P1) e máximo de 9 mg/L (P2, P3, P4 e P5).

A Resolução CONAMA 357/2005 estipula valor mínimo para concentração do oxigênio dissolvido em 5 mg/L. Em vista disso, estavam dentro do padrão recomendado.



Figura 7. Valores de amônia.

Fonte: Dados da pesquisa.

O valor recomendado é inferior a 0,05 mg/L (KUBITZA, 2010). A presença de amônia, nos cinco pontos analisados, apenas 4,88% apresentaram concentrações inferiores a 0,05

mg/L. Enquanto que, 95,12%, as concentrações foram superiores ao permitido, chegando a 3 mg/L (P1), o qual é o mais poluído do rio no trecho em estudo.

A resolução do CONAMA 2005, determina valores máximos de 0,40 mg/L para água doce destinadas a aquicultura. Com exceção do P1, os demais pontos não excedem o valor permitido pela mesma.



Figura 8. Valores de nitrito.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em altas concentrações, o nitrito pode ser tóxico aos organismos aquáticos e até mesmo ao homem, no caso de ingestão de água com concentrações elevadas de nitrito (superior a 10 mg/L) (ESTEVES, 2011). O Efeito mais importante do nitrito nos peixes é a capacidade de oxidar a hemoglobina do sangue, convertendo em meta-hemoglobina, que é incapaz de transportar oxigênio, provocando morte por asfixia (SILVA, 2007).

O valor recomendado é inferior a 0,5 mg/L (KUBTIZA, 2010). Os valores observados, 75,61% não foi encontrado nitrito e em 24,39% entre 0,025 e 0,05 mg/L.

A Resolução CONAMA 357/2005 determina para a criação de peixes, o limite máximo de concentração de nitrito em 1,0 mg/L. Logo os níveis observados não ultrapassaram ao estabelecido pela Resolução.



Figura 9. Valores de temperatura.

Fonte: Dados da pesquisa.

A temperatura desempenha papel muito importante sobre os organismos aquáticos e a maioria dos parâmetros físicos, químicos e biológicos na unidade de criação (KUBITZA, 2003).

Os valores de temperatura recomendados são de 25 a 30°C (KUBITZA, 2010). Onde 7,32% apresentaram temperatura de 30°C e 92,68% apresentaram temperaturas superiores a 30°C, chegando a 33°C.

Destacando que o valor de temperatura indicado pela Resolução CONAMA 357/2005 para os corpos hídricos de classe 2 é de no máximo 40°C. Em vista disso, todos os pontos se encaixaram nessa recomendação.

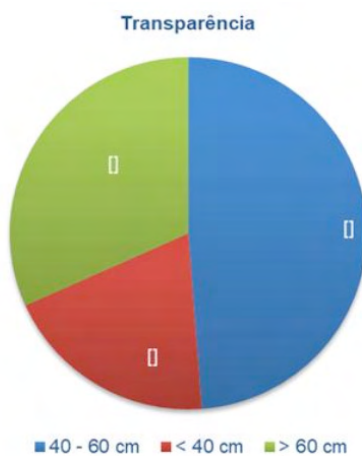


Figura 10. Valores de transparência.

Fonte: Dados da pesquisa.

A transparência da água nos sistemas de criação de peixes, aparece como parâmetro muito importante, pois a partir dessa medida é possível determinar a profundidade da zona fótica, ou seja, a profundidade de penetração vertical da luz solar na coluna d'água, indicando o nível da atividade fotossintética (CETESB, 2009). Do ponto de vista ótico, a transparência pode ser considerada o oposto da turbidez (ESTEVES, 2011).

A transparência da água para a piscicultura, deve está entre 40 e 60 cm (KUBITZA, 2010). Sendo que, 19,51% dos pontos estavam com valores inferiores a 40 cm; 31,71% apresentaram valores superiores a 60 cm e 48,78% estavam de acordo com a recomendação. O menor valor registrado foi 21 cm (P1), e o maior 110 cm (P3).

A Resolução CONAMA 357/2005 não determina valores para esse parâmetro.

Durante esse trabalho, foi possível observar, a presença de muitas pessoas que utilizam a água do rio Parnaíba para tomar banho, lavar roupa, e principalmente, a presença de muitos pescadores, os quais ficam inocentemente dentro da água para pescar, estando propícios a adquirir várias doenças e contaminações; principalmente no ponto mais poluído daquele trecho em estudo. Onde tiram do rio a sua fonte de renda. Sem saber também, que aqueles peixes estão contaminados devido ao acúmulo de poluentes no seu organismo.

## CONCLUSÃO

A água do rio Parnaíba, no trecho em estudo, não é viável como fonte para a criação de peixes.

## REFERÊNCIAS

ALBANEZ, J. R.; MATOS, A.T. Aquicultura. In: MACÊDO, J.A.B. **Águas & Águas**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, 2005. 23 p. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 18 de novembro de 2019.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p.; 2011.

KUBITZA, F. **Qualidade de água no cultivo de peixes e camarões** - Jundiá; F. Kubitza, 2003. 229p.

KUBITZA, F. **Os caminhos para piscicultura sustentável**. Revista Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro. Vol 20 nº 110, junho 2010.

MACEDO, Lúcio Antônio Alves de. **Qualidade Ambiental dos Rios da ilha de São Luís**. Maranhão: Mestrado em Saúde e Ambiente, 2003. 74p.

NASCIMENTO, Jânio Félix do. **Avaliação dos níveis de nitrogênio e fósforo em criação de Tilápia em tanque-rede**. Areia: UFP, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2018).

SILVA, N. A. **Caracterização de impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água: estudo de caso na bacia do rio Cuiabá/MT.** Cuiabá: UFMT, 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, 2007.

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

Data de aceite: 01/08/2022

### Luma Soares Costa

Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Engenheira Sanitarista na Agência Municipal de Água, Saneamento Básico e Energia de Montes Claros

### Lorena Maria Guimarães Alves

Engenheira Química pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Engenheira Química na Agência Municipal de Água, Saneamento Básico e Energia de Montes Claros

### Guilherme Augusto Guimarães Oliveira

Engenheiro Civil e Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Diretor- Presidente na Agência Municipal de Água, Saneamento Básico e Energia de Montes Claros

### Camila Santos Cordeiro

Engenheira de Minas pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Diretora de qualidade e fiscalização na Agência Municipal de Água, Saneamento Básico e Energia de Montes Claros

**RESUMO:** O serviço de abastecimento público de água garante à população o acesso à água potável, contudo nos últimos anos diversas regiões vêm apresentando períodos de seca

que levam a escassez hídrica e consequente redução nos níveis de água distribuídos. O município de Montes Claros-MG, implementou medidas, a fim de garantir o abastecimento e a reposição dos níveis nos reservatórios, nos períodos de estiagem. Diante disso, o presente estudo analisou os tipos de mananciais utilizados pela concessionária dos serviços, e o histórico das vazões médias captadas mensalmente para o abastecimento público, e avaliou o monitoramento o nível da Barragem de Juramento no período de janeiro de 2020 a fevereiro de 2021. Verificou-se que apesar das unidades de captações subterrâneas serem em maior quantidade que as superficiais, essas apresentam maior volume de água disponível para captação. Observou-se também aumento considerável nas vazões captadas em janeiro e fevereiro de 2021 comparado ao ano de 2020. Por fim, ao analisar o nível da barragem Juramento, constatou-se oscilações próximo ao nível do volume morto, mesmo após o período úmido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento público, Montes Claros, Captação de água.

## INTRODUÇÃO

A água é um bem comum que deve estar acessível a toda população, contudo, a escassez hídrica, nos últimos anos, tem impactado no abastecimento público em regiões que sofrem com longos períodos de seca (MAZZUCO *et al*, 2018).

O serviço de abastecimento público de água busca garantir à população o acesso



à água potável. Esses sistemas podem ser definidos como um conjunto de unidades destinados ao fornecimento de água segura. Segundo a SENASUL (2021), o manancial, os tipos de captação, a adução, o tratamento, a reservação e a distribuição são as unidades constituintes desse sistema.

Os tipos de captação de água, podem ser classificados como superficiais ou subterrâneos. As captações superficiais são realizadas em rios, lagos ou represas, por gravidade ou bombeamento, ao passo que as subterrâneas são realizadas por meio da perfuração de poços tubulares.

As águas superficiais usualmente apresentam maior volume e conseqüentemente maior potencial para captação. Por outro lado, os poços subterrâneos tendem a apresentar maior proteção à qualidade da água e em função disso requerem menores esforços com relação ao tratamento da sua água para adequação aos padrões de potabilidade.

O município de Montes Claros-MG possui unidades de captação tanto subterrâneas quanto superficiais, sendo a gestão do abastecimento de água realizada, desde a década de 70, pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa).

Contudo, nos últimos anos, o município vivencia períodos críticos de disponibilidade hídrica, em virtude da estiagem e/ou irregularidade de chuvas que afetam os mananciais da região e a reposição dos reservatórios de água. A fim de suprir a demanda de água necessária para o abastecimento, a Copasa, implementou o rodízio na distribuição de água e novas fontes de captação como medidas para garantir o abastecimento de toda a população.

O monitoramento do nível das barragens, em municípios que apresentam problemas com escassez hídrica, é importante para subsidiar a prestação do serviço de abastecimento de água obedecendo ao princípio da continuidade, conforme art. 17 do Decreto Federal nº 7.217/2010 (BRASIL, 2010), que regulamenta a Lei Federal nº 11.445/2007. O conhecimento dos tipos de captações, das vazões captadas para suprir o consumo de água no município, e do nível da barragem permitem que as medidas implementadas nos sistemas sejam ajustadas para reduzir os impactos gerados sobre os usuários e sobre o próprio sistema de abastecimento.

## **OBJETIVO**

Analisar os tipos de mananciais utilizados pela concessionária para promover o abastecimento urbano no município de Montes Claros-MG, o histórico das vazões médias captadas mensalmente para o abastecimento público e, por fim, avaliar o monitoramento o nível da Barragem de Juramento, principal unidade de captação, no período de janeiro de 2020 a fevereiro de 2021.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

### **Área de estudo**

O município de Montes Claros-MG está incluído na região Norte do estado de Minas Gerais, na bacia do Alto Médio São Francisco, área com vegetação predominantemente constituída pelo cerrado caducifólio e de clima tropical semiúmido (FRANÇA; SOARES, 2007). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), Montes Claros abrange uma extensão territorial de 3.589,811 km<sup>2</sup>, sendo limitado ao norte pelo município de São João da Ponte; ao sul, Bocaiuva; a leste, Francisco Sá; e a oeste por Coração de Jesus. A sede municipal fica a 638 m de altitude e suas coordenadas geográficas são determinadas pelo paralelo de 16° 43' 41" de latitude sul e sua interseção com o meridiano de 43° 51' 54" de longitude oeste.

### **Coleta de dados**

Foram utilizadas as informações sobre os volumes captados de água mensalmente para o abastecimento da sede municipal, do período de janeiro de 2020 a fevereiro de 2021, e os valores registrados para o nível da Barragem de Juramento no mesmo período, junto à Agência Municipal de Água, Saneamento Básico e Energia de Montes Claros (Amasbe). Tais dados foram obtidos de relatórios mensais recebidos da prestadora de serviços regulados, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), que atende o município.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

### **Vazões captadas**

O município de Montes Claros-MG no período de novembro de 2019 a março de 2020 foi marcado por crise hídrica que levou a implantação do rodízio no abastecimento de água potável distribuída à população. A Figura 1 mostra a flutuação das vazões captadas por mês no ano de 2020 e início de 2021, comparando as vazões captadas com o período de racionamento.

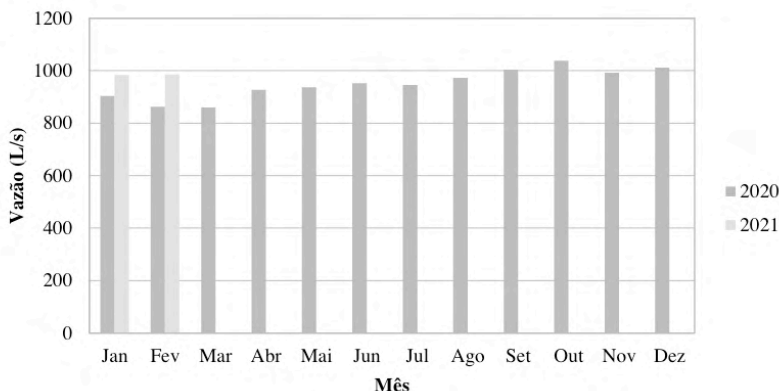


Figura 1: Vazões médias captadas por mês nos anos de 2020 e 2021 no município de Montes Claros-MG.

## Principais captações

As principais captações superficiais de Montes Claros são: ETA Verde Grande, a qual recebe água bruta da barragem do Rio Juramento e da captação superficial sazonal do Rio Verde Grande; ETA Pacuí que recebe água bruta do Rio Pacuí; ETA Morrinhos que recebe água bruta da barragem de Porcos, do córrego da Lapa Grande e da surgência Rebentão dos Ferros; e por último, tem-se a captação por poços tubulares, dispostos isoladamente no território do município que contribuem com o abastecimento.

O município apresenta 29 unidades de captações subterrâneas e seis superficiais, subdividas em duas barragens de acumulação e quatro de captações em curso d'água. Embora, aproximadamente, 83% das unidades de captações sejam subterrâneas, quando se analisa a porcentagem de vazão captada por tipo, estas representam apenas 7,3% da vazão captada, em média, no período de janeiro de 2020 a fevereiro de 2021, como mostra a Figura 2.

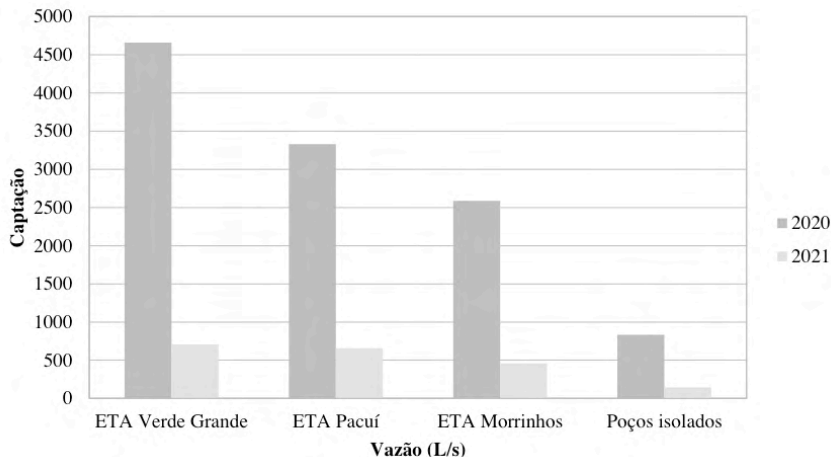


Figura 2: Vazões médias captadas nos anos de 2020 e 2021 por unidade de tratamento de água.

A Figura 3 mostra como é distribuída a captação para forma o sistema de abastecimento da ETA Verde Grande e as vazões médias captadas no ano de 2020, entre janeiro e dezembro, e de 2021, entre janeiro e fevereiro.

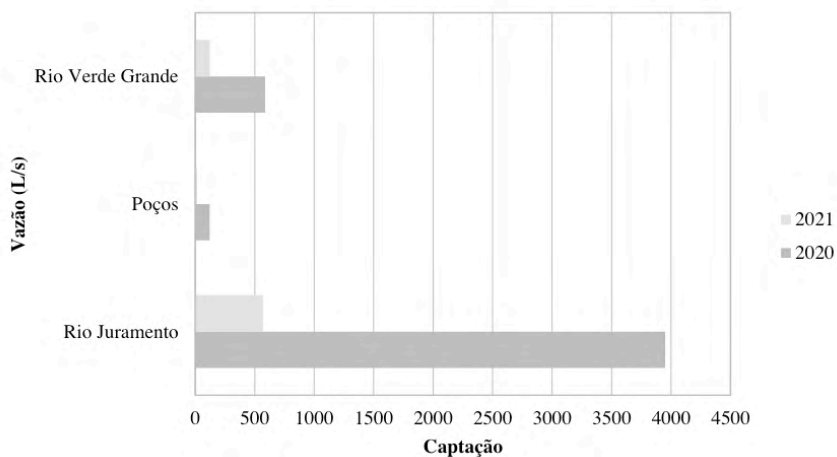


Figura 3: Vazões médias captadas nos anos de 2020 e 2021 na estação de tratamento de água Verde Grande.

### Monitoramento nível da Barragem do Rio Juramento

O nível da barragem de Juramento iniciou o ano de 2020 abaixo de 36%, entre fevereiro e março de 2020 a barragem atingiu pouco mais de 50% de seu nível. Desde então, o nível da barragem vem reduzindo e somente em fevereiro de 2021 alcançou novamente o nível acima do volume morto, como mostra a Figura 4.

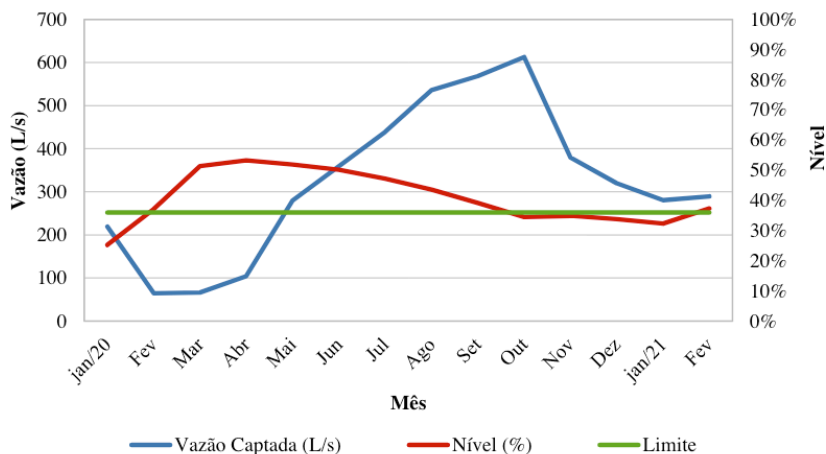


Figura 4: Monitoramento do nível e da vazão média captada da barragem do Rio Juramento no período de janeiro de 2020 a fevereiro de 2021.

A Figura 5 mostra as vazões captadas em cada sistema de abastecimento presente no município de Montes Claros-MG e a demanda de água total captada mensalmente para realizar o abastecimento público no município.

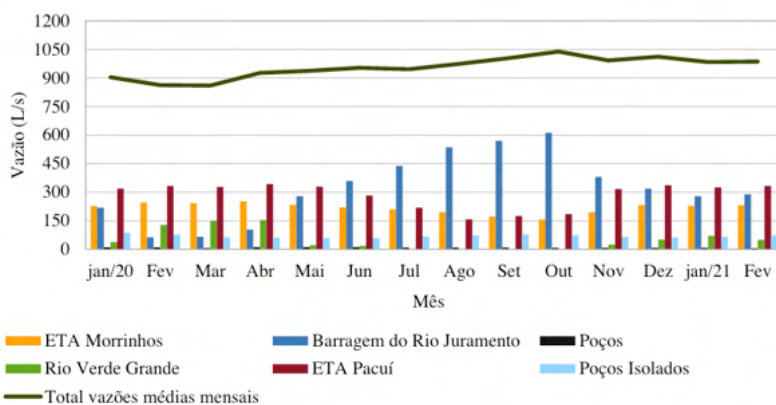


Figura 5: Vazões médias captadas nos seis sistemas que compõem o abastecimento de água de Montes Claros-MG ao longo do ano de 2020 e início de 2021.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### Vazões captadas

Ao analisar as vazões captadas ao longo do ano de 2020 constatou-se que com o fim do racionamento, em março de 2020, a população passou a consumir mais água, sendo observado aumento das vazões captadas ao longo dos meses subsequentes. A

vazão média captada de água atingiu o pico entre os meses de setembro e dezembro do ano de 2020, que corresponde ao período mais quente e seco em Montes Claros-MG.

A suspensão do racionamento foi possível devido a economia na captação de água durante o período úmido que permitiu aumentar o nível da Barragem do rio Juramento, poupar o consumo dessa fonte de água e aprimorar outras fontes de captação, como a bateria de poços e o uso da captação sazonal do Rio Verde Grande.

Além disso, devido ao início da pandemia de Covid-19, tornou-se necessário promover o abastecimento de forma contínua, retornando-o à normalidade e conseqüentemente elevando a quantidade de água captada e consumida no ano de 2020.

No início do ano de 2021, observou-se também um aumento no consumo de água, em comparação ao ano anterior, em virtude do abastecimento público ter ocorrido de forma contínua, sem a necessidade da implantação do racionamento de água tratada distribuída à população.

Dessa forma, comparando os anos de 2020 e 2021, os resultados demonstram quão elevado foi o volume captado quando não há racionamento de água na região.

## **Principais captações**

Ao analisar as vazões captadas no período de janeiro de 2020 a fevereiro de 2021 (Figura 2) verificou-se que a unidade de abastecimento da ETA Verde Grande representa a maior fonte de captação, aproximadamente 41% de toda a água captada no ano de 2020 foi proveniente dessa unidade, comparado às outras unidades de abastecimento.

Averiguando apenas a unidade de abastecimento ETA Verde Grande (Figura 3), constatou-se que aproximadamente 85% da vazão captada no ano de 2020, em média, foi proveniente da Barragem do Rio Juramento. Esta barragem é considerada a principal fonte de captação de água para a região e com a maior vazão de captação, comparando a todos os outros sistemas que compõem o abastecimento no município.

## **Monitoramento nível da Barragem do Rio Juramento**

O nível da barragem de Juramento iniciou o ano de 2020 no nível considerado como volume morto, sendo possível por meio do período de racionamento, entre janeiro e março de 2020, recuperar as reservas de água devido as chuvas que ocorreram na região. O período úmido permitiu que a barragem atingisse pouco mais de 50% de seu nível e, com isso, em meados de março de 2020, se mostrou viável o fim do racionamento. Contudo, desde então, o nível da barragem vem reduzindo devido aos longos períodos de seca presenciados na região. Apenas em fevereiro de 2021 foi possível alcançar novamente nível acima de 36%, nível do volume morto, como mostrou a Figura 4.

Observou-se também que apesar de no mês de outubro de 2020, a barragem ter registrado nível abaixo do volume morto, foi possível suprir a demanda de água para o abastecimento público no município devido a captação sazonal no Rio Verde Grande junto a captação por poços tubulares.

A captação no Rio Verde Grande é permitida apenas no período úmido, dessa forma, a partir do mês de novembro de 2020, o que tornou possível a redução do volume captado na barragem do Rio Juramento, sem prejudicar o abastecimento no município além de poupá-la e contribuir com o aumento do nível de reserva da barragem para os períodos de seca.

## CONCLUSÕES

Ao observar as unidades de captações, verificou-se que 83% (29) destas são subterrâneas e apenas 17% (6) são superficiais. Contudo, embora em menor número, as captações superficiais possuem maior vazão (903,54 L/s) enquanto as subterrâneas totalizam apenas 81,75 L/s, conforme dados do mês de fevereiro de 2021. O aumento considerável nas vazões captadas em janeiro e fevereiro de 2021 comparado ao ano de 2020 ocorreu devido ao fim do racionamento no abastecimento de água imposto nesse ano.

Ao analisar as principais captações pontualmente, verificou-se uma redução no nível da barragem de Juramento a partir de abril de 2020, atingindo em outubro desse ano, nível abaixo de 36% (volume morto). Em 2021, mesmo após o período úmido, a barragem registrou aumento ínfimo, atingindo apenas 37% do seu nível em fevereiro de 2021.

Assim, devido à escassez hídrica, vivenciada na região do município de Montes Claros-MG, e ao histórico de períodos com racionamento de água distribuída, deve-se monitorar as oscilações do nível da barragem, próximo ao limite do volume morto, junto ao consumo de água pela população, a fim de garantir o abastecimento público contínuo.

O conhecimento dos tipos de captações, das vazões captadas para suprir o consumo de água no município, e do nível da barragem permitem que através do planejamento de ações consiga-se garantir o abastecimento público contínuo e/ou amenizar os impactos causados aos usuários pela escassez hídrica. A partir dos resultados deste estudo, espera-se contribuir para que os prestadores de serviços tenham mais informações para tomada de decisão e promover a conscientização dos consumidores.

## REFERÊNCIAS

1. EMPRESA DE SANEAMENTO DO MATO GROSSO DO SUL S. A. – SENASUL. Site: [www.sanesul.ms.gov.br/default.aspx?tabid=200](http://www.sanesul.ms.gov.br/default.aspx?tabid=200) . Acessado em 22 de abril de 2021.
2. FRANÇA, I. S.; SOARES, B. R. Cidade média e centralidades: o subcentro Major Prates em Montes Claros / MG. **UNIMONTES Científica**. v.9, n.1 – jan./jun. 2007.
3. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades. Montes Claros, Minas Gerais, Brasil**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/montes-claros.html>. Acesso em: 22 de abril, 2021.

4. MAZZUCO, Giulia Guillen et al. Avaliação da efetividade das políticas públicas voltadas para a proteção das áreas de captação de água: estudo de caso no município de são carlos-sp. *Águas Subterrâneas*, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 154-161, 5 abr. 2018. *Lepidus Tecnologia*. <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v32i1.28977>.



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

*Data de aceite: 01/08/2022*

*Data de submissão: 13/06/2022*

### **Jennifer Rafaele Costa Bezerra Muniz**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA),  
Graduanda em Engenharia Ambiental e  
Sanitária  
São Luís, MA  
<http://lattes.cnpq.br/9086928444457620>

### **Juliana de Faria Lima Santos**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA),  
Coordenação do Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária  
São Luís, MA  
[http://buscatextual.cnpq.br/  
buscatextual/visualizacv.  
do?jsessionid=E15939CD9E7A87F2C6888C9D  
CBD302E7.buscatextual\\_5](http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?jsessionid=E15939CD9E7A87F2C6888C9DCBD302E7.buscatextual_5)

**RESUMO:** Considerando a importância do saneamento básico para a manutenção da saúde e equilíbrio do meio ambiente, buscou-se levantar por meio de um diagnóstico participativo as fontes de captação de água mais comuns na comunidade pesqueira da praia Olho de Porco, Paço do Lumiar, MA, Brasil, e ainda verificar aspectos relacionados a organização dos outros setores do saneamento básico como o esgotamento sanitário e a disposição dos resíduos sólidos. Por meio de uma pesquisa qualitativa exploratória, com a utilização de ferramentas metodológicas como: a observação participante, as entrevistas em grupo e as turnês

guiadas pela comunidade, observou-se que o principal sistema utilizado para a captação de água na comunidade são as Soluções Alternativas Coletivas de abastecimento (SAC), os poços artesianos privados, sendo a qualidade desta água utilizada desconhecida e ainda que a comunidade carece de infraestrutura adequada à coleta e disposição do esgotamento sanitário e resíduos sólidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de água; esgotamento sanitário; resíduos sólidos; meio ambiente.

### WATER SUPPLY IN THE FISHING COMMUNITY OF OLHO DE PORCO BEACH, PAÇO DO LUMIAR, MA, BRAZIL - A PARTICIPATORY DIAGNOSIS

**ABSTRACT:** Considering the significance of basic sanitation for the maintenance of health and balance of the environment, through a participatory diagnosis it was sought to study of the most common water catchment sources in the fishing community of Olho de Porco beach, Paço do Lumiar, MA, Brazil, and also aspects related to the organization of other basic sanitation sections, such as, sanitary sewage and solid waste disposal. Through an exploratory qualitative research, with the use of methodological tools, such as: participant observation, group interviews and guided tours around the community, it was observed that the main systems used to capture water in the community are the Collective Alternative Solutions (SAC), private artesian wells, in which, the quality of this water is unknown and also, that the community needs adequate infrastructure for

the collection and disposal of sanitary sewage and solid waste.

**KEYWORDS:** Water supply/ sanitary sewage; solid waste; environment.

## 1 | INTRODUÇÃO

A qualidade, a universalização e a eficiência dos serviços de saneamento básico são essenciais e indispensáveis para o bem-estar das populações, a sua ausência gera impacto direto na saúde pública, desenvolvimento econômico e no meio ambiente. Os serviços de saneamento básico melhoram a condição de vida de uma comunidade, tais melhorias só são possíveis através de diversos serviços disponibilizados à população, como o sistema de abastecimento de água, esgotamento sanitário, a coleta, o destino adequado dos resíduos sólidos, entre outros serviços primordiais à vida cotidiana do ser humano (SANTANA, 2014).

Como serviço essencial e básico as águas possuem importância sanitária e econômica, uma que vez que na visão sanitária, o abastecimento de água objetiva monitorar, examinar e prevenir possíveis doenças de veiculação hídrica e ainda estabelecer hábitos higiênicos na população, contribuindo para o seu conforto e saúde. Já em relação ao econômico, visa aumentar a vida produtiva dos indivíduos (tempo perdido com doenças), no serviço comercial, na agricultura, facilitar a instalação de indústrias, inclusive de turismo, e conseqüentemente ao maior progresso das comunidades (BRASIL, 2006).

De acordo com os dados da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019) e Fundo das Nações Unidas para criança (UNICEF, 2019), ainda existe cerca de 2,2 bilhões de pessoas sem acesso a água potável e 4,2 bilhões de pessoas sem acesso a serviços de saneamento básico. À vista disso temos a realidade exposta do nosso país, onde os serviços básicos de saneamento são totalmente deficientes e insatisfatórios na maioria das regiões.

Considerando as conseqüências que a ausência de um sistema de abastecimento de água eficiente traz, buscou-se levantar, a partir deste estudo, as fontes de captação de água mais comuns na comunidade pesqueira da praia Olho de Porco, e ainda verificar aspectos relacionados a outros setores do saneamento básico como o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos na comunidade pesqueira da praia Olho de Porco – Paço do Lumiar, MA.

## 2 | METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, adotou-se uma pesquisa de campo exploratória de caráter qualitativo, utilizada com o objetivo de obter informações ou conhecimentos em relação a um problema, para o qual se procura ter respostas (LAKATOS e MARCONI, 1991). Na coleta de dados foram utilizados o levantamento bibliográfico e a pesquisa de

campo que contou com: a observação participante, as visitas *in loco* com turnês guiadas e as entrevistas em grupo, conforme orientam Fonseca (2002) & Gil (2002), para estes tipos de pesquisa.

Foram selecionadas, ainda, bibliografias e informações referentes à temática da pesquisa em bases de dados, tais como o Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br>) e *Scientific Electronic Library Online* (<http://www.scielo.org/php/index.php>).

A pesquisa de campo, de acordo com Fonseca (2002) caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, realiza a coleta de dados junto a pessoas, com o uso de diferentes ferramentas, como:

**Observação participante:** onde uma das autoras procurou entender as interações existentes entre o homem e o seu meio (as suas relações com as fontes de captação de água), observando o dia-dia da comunidade e suas tarefas relacionadas;

**Turnê-guiada:** foram realizadas caminhadas pela comunidade para realização da observação participante com a participação de uma liderança comunitária, de fundamental importância para o trabalho, pois as primeiras relações com os moradores foram estabelecidas e os questionamentos foram formulados;

**Diário de campo:** instrumento que permitiu o registro das informações, observações e reflexões surgidas no decorrer da investigação ou no momento observado e por fim;

**Entrevistas em grupo:** onde grupos de entrevistados responderam simultaneamente ao roteiro de questões de maneira informal. As respostas foram organizadas posteriormente pelo entrevistador, numa avaliação global.

**Área de Estudo:** A Ilha de São Luís é formada por 4 municípios: São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa, com área total de aproximadamente 1.412,264 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2010) e compreende a região do Golfão Maranhense, na porção norte do Estado Maranhão, região nordeste do Brasil. O estudo foi realizado na comunidade pesqueira da praia Olho de Porco, que faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiças (figura 1 a) criada pelo Decreto nº 12.428 de 1992, pelo Governo do Estado do Maranhão e está localizada no município de Paço do Lumiar (figura 1 b) e.

A APA encontra-se situada entre o litoral nordeste da ilha de São Luís e o município de Barreirinhas acompanhando o limite sul do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, ocupando uma área de aproximadamente 1.535.310 ha. A parte da Ilha de São Luís compreendida na área da unidade de conservação (UC), de acordo com o seu decreto de criação, é considerada estratégica do ponto de vista ambiental, sendo considerada de grande relevância por abrigar espécies de aves e manutenção dos recursos pesqueiros da região. Sendo ainda uma região estratégica do ponto de vista do equilíbrio ecológico por conta de suas áreas de manguezais e bacias hidrográficas e considerando também o crescimento urbano desordenado que ameaça os recursos naturais da ilha e potenciais ameaças provenientes de empresas e indústrias que podem ser instaladas nesta região, como ocorre a oeste e sul da Ilha onde encontram-se o Distrito Industrial e o Complexo

Portuário do Maranhão com um dos principais portos do Brasil o Itaqui e os Portos Privados da Vale e Alumar.



Figura 1 – a) Mapa localização da Ilha de São Luís com abrangência da APA Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiças. Fonte: adaptado ISA, 2022. b) Mapa da geolocalização - Praia Olho de Porco, Paço do Lumiar, MA.

Fonte: Adaptado Google earth, 2022.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa de campo foi realizada, entre dezembro de 2021 e maio de 2022, totalizando cerca de seis meses de trabalho de campo. Foram cumpridos todos os protocolos de segurança preconizados pela OMS para o período da pandemia de Sars-CoV-2, pelos autores do trabalho.

Antes do início da pesquisa, como forma de estabelecer os primeiros contatos e vínculos com a comunidade, foi realizada uma visita por uma das autoras do trabalho onde foi apresentado para a liderança comunitária e comunidade. Procurou-se entrevistar os membros mais antigos da comunidade, por conhecerem seus problemas e acompanhar sua evolução ao longo dos anos, participaram da pesquisa 15 moradores, todos com mais de 30 anos de residência na região.

A comunidade pesqueira da praia Olho de Porco, existe há mais de 50 anos e desde sua formação padece de problemas de obras de infraestrutura relacionada ao saneamento básico, em especial, no que se refere ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário. As casas são relativamente próximas umas das outras e a praia possui uma extensão de 1400 m. O acesso à comunidade não é pavimentado, o que impede o acesso com veículo de passeio e transporte público, assim a chegada ao local se dá mediante caminhada de cerca de 400 metros, carro traçado ou acesso de carro pela praia, prática comum em alguns municípios da Ilha. Existem cerca de 50 unidades familiares na comunidade, a maioria dos moradores são residentes fixos, mas existe algumas casas de veraneio. Alguns moradores são donos de estabelecimentos comerciais, como restaurantes e bares que atendem os frequentadores e banhistas aos finais de semana e feriados.

Os residentes da comunidade estão na faixa etária dos 0 aos 70 anos. Em média as

famílias são compostas por cinco pessoas. A maioria não possui renda oriunda de trabalho formal, sua subsistência vem basicamente da pesca, de programas sociais e comércio local. Em relação à escolaridade, foi observado que a comunidade apresenta baixo nível de escolaridade, onde a maioria frequentou apenas o nível fundamental. Foi identificado também que mais de 90% dos moradores da comunidade residem no local desde que nasceram.

O município de Paço do Lumiar juntamente com o município de São José de Ribamar, por meio do Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico (Cisab), estabeleceram em 2015, um contrato de concessão à BRK Ambiental para a gestão dos serviços de água e esgoto, por 35 anos. De acordo, com a controladora pelo sistema, no ano que iniciaram suas operações o índice de atendimento de água na região era de 38%. Hoje, após os investimentos, 86% da população dos dois municípios recebe água tratada diretamente na torneira (BRK, 2022). No entanto, é comum nos noticiários maranhenses reclamações relacionadas ao aumento da tarifa nas contas de água (Imirante, 2022).

Mas a comunidade estudada não é atendida um Sistema de Abastecimento de Água (SAA), desta forma, suas necessidades são atendidas, por meio de Soluções Coletivas Alternativas de abastecimento (SAC), como a captação de água subterrânea em poços artesanais. Estes poços são de propriedade privada, pertencem aos proprietários das casas de veraneio na comunidade. Desta forma, suprem suas necessidades com o acesso a 6 poços, que podem ser usados sem nenhum custo ou cobrança de taxa. Os poços foram perfurados há 10 anos, possuem cerca de 18 metros de profundidade, todos possuem bombas que bombeiam a água para o armazenamento em caixas d'água de mil litros, como mostra a figura 2.

Sobre esse sistema de captação de água, Paludo (2010) detalha, que o poço artesiano é um poço perfurado com diâmetro pequeno, grande profundidade e possui um ponto importante, que a água jorra naturalmente do solo, pois sua própria pressão é suficiente para levá-la a superfície. Entretanto, quando a pressão não é considerável, é necessário a utilização de bombas, como no caso da comunidade estudada.

Os moradores entrevistados, consideram estes poços privados como sendo "comunitários", pois conseguem atender suas necessidades prioritárias e básicas de água, como: consumo humano, higiene, lavagem de roupas, limpeza das casas e outros. Foi comum observar, que mesmo tendo acesso ao recurso, sentem-se esquecidos pelos órgãos que deveriam garantir este tipo de atendimento. E mencionam que as atividades diárias poderiam ser melhor executadas, caso existisse um sistema seguro e eficiente para o atendimento das demandas.

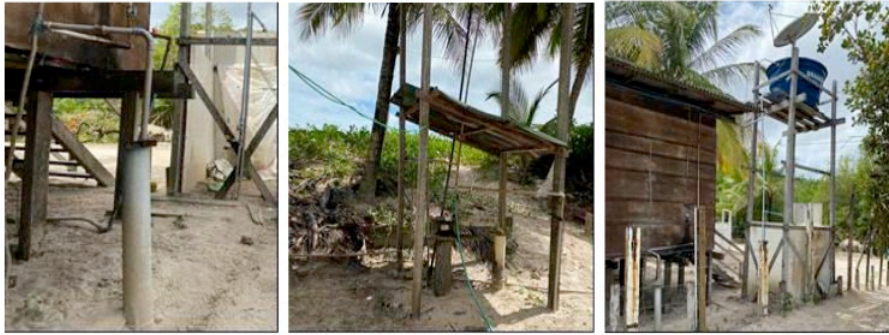


Figura 2 – Poços artesianos, bombas e armazenamento em caixas d'água de mil litros, na comunidade pesqueira Olho de Porco, Paço do Lumiar, MA, Brasil.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Foi relatado também que um dos poços possui água salobra e que mesmo assim utilizam está água, exclusivamente, para atividades como: lavar roupa, louças, limpar a casa entre outros. Os outros cinco poços são considerados como principais, por atender entre outras demandas o uso mais nobre, o consumo humano. Foi observado que a água dos poços dessa comunidade não passa por nenhum tipo de tratamento, desta forma, sua qualidade bacteriológica e físico-química é desconhecida. Hirata et al. (2019), ressalta que o uso das águas subterrâneas não é isento de riscos, dentre os quais citam-se, especialmente, que pode ocorrer: baixa qualidade da água devido à contaminação do local do poço por atividades existentes no seu entorno (esgotos, deposição de resíduos sólidos, armazenamento de produtos e combustíveis) ou por características naturais da rocha e diminuição da produção ou perda do poço devido à superexploração do aquífero ou às interferências geradas no fluxo subterrâneo pela operação de poços próximos.

Neste sentido, por meio de análises físico-químicas, colimétricas, e parasitológicas para identificação de fontes de contaminação devido à ausência de meios adequados de saneamento, Coelho e colaboradores (2016), monitoraram sazonalmente a qualidade da água de poços de outra região na Ilha de São Luís, a região do Cinturão Verde de São Luís, onde foram analisadas amostras coletadas em quatro períodos e foram detectados coliformes acima dos padrões de potabilidade recomendados pelo Portaria de Potabilidade da Água, em vigor na época. Sendo detectada ainda a presença de *Ascaris* sp no período seco.

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), recomenda que é necessário para este tipo de captação de água de manancial subterrâneo pelo menos a adição de cloro para o processo de desinfecção e ou oxidação do ferro e ou manganês dissolvido na água (BRASIL, 2017).

A comunidade por outro lado tem percepção sobre a importância de uma água segura para a ingestão humana, mas dizem não ter condições financeiras e técnicas de

fazê-lo, executando apenas a manutenção e limpeza da caixa d'água regularmente. Torna-se urgente a vigilância e o controle da qualidade da água utilizada por esta comunidade e a adição de cloro a esta água para garantir uma água de qualidade para a população.

Os moradores relatam que consomem a água diretamente dos poços e acreditam que a mesma possui *grande valor mineral* e não fazem relação de casos de doenças provocadas pelo consumo da água dos poços na comunidade, e que dentro de suas percepções acreditam que a água tem uma boa qualidade. Entretanto, de acordo com Filho e Paulo (2017), essa percepção de que a água está adequada para consumo, considerando apenas parâmetros como cor, sabor e aspecto visual (turbidez), é equivocada e pode colocar em risco a saúde humana com a ingestão de uma água de qualidade duvidosa.

Outro problema também evidenciado para a falta de água, no que se refere a disponibilidade, é o desabastecimento, que ocorre devido as quedas de energia elétrica, onde estas danificam as bombas, obrigando os moradores a arcarem com os próprios recursos aos prejuízos financeiros de manutenção. Este é um problema recorrente de acordo com os moradores.

Antes de existir os poços, há mais de dez anos, conforme os relatos dos moradores, o abastecimento era feito através de uma cacimba, onde precisava-se percorrer uma distância de 500 metros até o local de captação, isso tornava a vida  *muito difícil e penosa*.

Para utilizar a água dos poços, houve investimento próprio dos comunitários para estender as tubulações de canos até as suas casas. A rede de tubulação é formada por um sistema simples de tubos de PVC de 25 mm dispostos no solo, em vala rasa muitas vezes aparente e expostos, para captar a água e alimentar as instalações hidrossanitários de suas residências (figura 3 a), a água disponível para os moradores em geral vem diretamente dos canos para as torneiras (figura 3b). Algumas casas não possuem caixa d'água ou qualquer outro tipo de reservatório onde possam armazená-las para serem usadas de forma contingencial, sendo assim, utilizam as torneiras individuais direto em suas pias, lavatórios e chuveiros (figura 3 c).



Figura 3 – a) tubulações simples de canos de PVC 25mm, b) torneiras direto dos canos e c) torneiras instaladas dentro das residências, na comunidade pesqueira da praia Olho de Porco, Paço do Lumiar, MA, Brasil.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Ainda, durante as visitas à comunidade observou-se outros aspectos do saneamento básico, como o esgotamento sanitário, resíduos sólidos e a drenagem urbana. Estes também se apresentam ineficientes ou inexistentes. É preocupante uma vez que o esgoto das residências é lançado e despejado bruto em áreas de mangue, solo e praias da comunidade (figura 4 a). De acordo com Sousa et al. (2017), estes ambientes, quando sofrem intervenção do homem, como o lançamento de efluentes domésticos *in natura*, pode ter alterada toda sua dinâmica, trazendo consequências danosas devido à sua capacidade superior de assimilação destes sistemas naturais.

A falta de destinação adequada dos dejetos pode gerar a ocorrência de doenças, principalmente as infecciosas e parasitárias, que muitas vezes levam o homem à inatividade ou redução de sua potencialidade para o trabalho um sério comprometimento à saúde pública de um local ou uma região. Dessa forma, o esgotamento sanitário também pode representar uma economia para os cofres públicos, uma vez que diminui as despesas com o tratamento de doenças evitáveis, como as infecciosas e parasitárias, redução do custo do tratamento da água de abastecimento, pela prevenção da poluição dos mananciais, aumento da vida média do homem, pela redução da mortalidade em consequência da redução dos casos das doenças citadas, o controle mais efetivo da poluição das praias e dos locais de recreação com o objetivo de promover o turismo, preservação da fauna aquática, especialmente os criadouros de peixes (PHILIPPI JR., 1992).

Além disso, diversas pesquisas apontam que a falta de condições apropriadas de abastecimento e esgotamento sanitário possibilitam a proliferação de doenças endêmicas e parasitoses, acarretando danos à saúde e ao ambiente afetando a qualidade da água consumida que está próxima a comunidade (FILHO e PAULO, 2017).

Já em relação aos resíduos sólidos produzidos, foi constatado através dos relatos



dos moradores que este serviço é disponibilizado pela prefeitura de Paço do Lumiar, mas o consideram como inadequado e precário. Visto que, o ponto de coleta da comunidade encontra-se a quase 1 km de distância, e os moradores são submetidos a percorrer uma longa distância a pé para depositar os seus resíduos, que inclusive, em períodos chuvosos, o serviço falha, acumulando uma grande quantidade de resíduos sólidos a margem da comunidade (figura 4 b). Os veículos de coleta não adentram a comunidade, pois as vias de acesso são estradas de barro com muita erosão e buracos. Há também, antes de chegar na comunidade uma ponte de madeira antiga que dá acesso, e que se encontra bastante avariada, onde não é seguro a passagem de veículos pesados.

Outra opção são alguns pontos para disposição dos resíduos em *containers* próximos aos bares e restaurantes, a coleta dos resíduos sólidos na faixa de areia, ocorre de forma regular 3 vezes por semana, por um trator de uma empresa terceirizada contratada pela Prefeitura de Paço do Lumiar, mas de acordo com os moradores os mesmos ficam longe das residências. Uma alternativa para o problema seria a instalação na comunidade de caçambas ou *containers*, o que facilitaria a coleta que já é realizada na faixa de areia.



Figura 4 – a) esgoto de uma residência sendo lançado diretamente no solo; e b) resíduos sólidos dispostos à margem, da comunidade pesqueira da praia Olho de Porco, Paço do Lumiar, MA, Brasil.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Portanto, podemos entender que as condições locais de saneamento ambiental podem determinar a qualidade sanitária da água de consumo, sendo que em comunidades onde não existe ou são precários o esgotamento sanitário e onde ocorra o acúmulo de resíduos sólidos no meio ambiente podem trazer consequências como a contaminação do solo e mananciais hídricos, além de um possível aumento vetores de doenças por conta dos novos habitats para proliferação dos mesmos que são fatores condicionantes para a ocorrência de doenças (SILVA & LIPORONE, 2011). Segundo o Manual do Saneamento (BRASIL, 2006), os resíduos sólidos constituem problema sanitário de grande importância, quando não recebem os cuidados convenientes.

Existe nas proximidades da comunidade um projeto relacionado ao meio ambiente e proteção ao ecossistema manguezal, conhecido como Projeto Marrom que desenvolve ações Preservação Ambiental nas áreas de mangue, criado em 1986, por dois jovens nascidos na região da praia. Há no local um espaço de convivência e de reciclagem, muitas ações foram e são realizadas em parceria com a Prefeitura do Município. Uma forma de mudança se dá por meio do diálogo, da educação ambiental e sanitária, um local já existe na região o que pode estreitar os laços entre a comunidade, academia e órgãos públicos, por meio de debate sobre melhorias e ações emergenciais relacionados ao saneamento básico. Ações desta natureza corroboram com Beserra et al. (2010) e Sandim et al. (2021), que destacam a importância e o papel destes projetos, por meio do reconhecimento daquela realidade interferir de maneira eficiente naquele local, o que permite e garante o engajamento da comunidade na busca de um ambiente mais sustentável.

#### 4 | CONCLUSÕES

O Sistema de Abastecimento de Água ofertado pela empresa contratada pelo Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico (Cisab) do município, não atende a comunidade estudada, o que os faz recorrerem a utilização das Soluções Alternativas Coletivas de abastecimento (SACs), como os poços artesanais, onde a qualidade da água disponibilizada para os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos é desconhecida, tornando-se desta forma um risco à saúde destes moradores.

Desta forma, este estudo procurou traçar o panorama do saneamento básico na comunidade pesqueira da praia Olho de Porco, onde observou-se que carece de atenção para o seu sistema alternativo coletivo de água, lançamento *in natura* do esgoto sanitário, contaminação de solo em áreas de manguezal e a problemática causada pela disposição inadequada dos resíduos sólidos.

Ressalta-se assim, a importância do monitoramento constante e eficaz por parte das secretarias Estadual e Municipal de Meio Ambiente em áreas de manguezal impactadas, de Vigilância Sanitária e Epidemiológica com a realização de inquéritos da saúde da população, da Secretaria de Obras e Infraestrutura e Limpeza urbana ao gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos e a BRK Ambiental com a instalação dos serviços de água e esgoto. Estudos posteriores, estão previstos pelo grupo de estudos em saúde ambiental da UFMA, liderado por uma das autoras deste estudo, para o monitoramento da qualidade da água, diagnóstico dos resíduos sólidos e implementação de programas e oficinas voltados à Educação Sanitária e Ambiental, efetivando ações e atitudes transformadoras na realidade da própria comunidade.

Assim, este estudo procurou chamar a atenção da necessidade urgente da sociedade civil, academia e órgãos públicos e privados para a melhoria da realidade desta comunidade, pois entendemos que mesmo de forma modesta podemos começar a

mudança com o esforço conjunto das diversas expertises e parceiros na construção uma sociedade local sustentável e saudável.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde**. Manual de saneamento. 3. ed. 1ª reimpressão. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Fundação Nacional de Saúde. Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/ Superintendência Estadual do Pará. – Brasília: Funasa, 2017.

BRK Ambiental. **Nossa Atuação: maranhão**. São Luís, 04 jun. 2022. Disponível em: <https://www.brkambiental.com.br/maranhao/nossa-atuacao%20%E2%80%8E>. Acesso em: 04 jun. 2022.

BESERRA, E. P.; ALVES, M. D. S.; PINHEIRO, P. N. C.; VIEIRA, N. F. C. Educação ambiental e enfermagem: uma integração necessária. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 63, n. 5, 2010.

COELHO, S; DUARTE, A; AMARAL, L; SANTOS, P; SALLES, M; SANTO, J; MARTINS, A. **Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil**. Rev. AMBIENTE E ÁGUA. Taubaté, vol. 12, n. 1, jan./fev. 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1962>

FILHO, F. J. M.; PAULO, P.L. **Abastecimento de água, esgotamento doméstico e aspectos de saúde em comunidades Quilombolas no Estado de Mato Grosso do Sul**. Rev. INTERAÇÕES, Campo Grande, MS, v. 18, n. 2, p. 103-116, abr./jun. 2017. DOI:<http://dx.doi.org/10.20435/inter.v18i2.1435>

FONSECA, J. J. **Metodologia Da Pesquisa**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOOGLE EARTH. **Mapa da geolocalização** - Praia Olho de Porco, Paço do Lumiar, MA. 2022.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A.; MARCELLINI, S.; VILLAR, P.; MARCELLINI, L. **As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo / Instituto de Geociências, 2019. 64 p. ISBN digital 978-85-63124-07-4.

IBGE. Estados: Maranhão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/sao-luis.html>. Acesso em: 20 mar. 2022.

PAÇO do Lumiar e Ribamar terão redução na conta de água. **Imirante**, São Luís, 27 março 2022. Caderno Notícias. Disponível em: <https://imirante.com/noticias/sao-jose-de-ribamar/2017/09/01/paco-do-lumiar-e-ribamar-terao-reducao-na-conta-de-agua>. Acesso em: 02 mai. 2022.

Instituto Socioambiental ISA (Brasil). **Unidades de Conservação no Brasil: Área de Proteção Ambiental Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças**. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/783#pesquisa>. Acesso em: 20 mar. 2022.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

PALUDO, D. **Qualidade da água nos poços artesanais do município de Santa Clara do Sul**. 2010. 75 f. Monografia (Curso de Química Industrial) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2010.

PHILIPPI JÚNIOR, A. **Saneamento do meio**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 1992. p. 3-60. Apostila.

World Health Organization & United Nations Children's Fund (UNICEF). **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: Special focus on inequalities**. New York, 2019. Disponível em: <https://www.unicef.org/media/55276/file/Progress%20on%20drinking%20water,%20sanitation%20and%20hygiene%202019%20.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2022.

SANDIM, D. P. R.; CORÔA, L. G.; COSTA, J. A.; PINHEIRO, C. P. S.; MORAES, B. L. T.; TEIXEIRA, L. G.; SANTOS, D. S.; QUADROS, F. G. S. Percepção ambiental sobre resíduos sólidos de moradores da Vila de Caratateua, Curuçá (PA). **Revista Nature and Conservation**, v.14, n.3, p.202-212, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2021.003.0017>

SANTANA, Henrique Batista de. **A importância do saneamento básico na área urbana do município de São João do rio do Peixe-PB, com um enfoque no esgotamento sanitário**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2014.

SILVA, C. B. Da.; LIPORONE, F. Deposição irregular de resíduos sólidos domésticos em Uberlândia: Algumas considerações. **Revista Eletrônica de Geografia**, [s. l.], v. 02, n. 6, p. 22–35, 2011.

SOUSA, C.A.F.; BRITO, H.C.; OLIVEIRA, B.M. Expansão Urbana e seus efeitos na qualidade da água e marisco: estudo de caso em área de manguezal em Barra de Gramame, João Pessoa, PB. **Revista Científica ANAP BRASIL**, v.13, n.1, 2017.

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

*Data de aceite: 01/08/2022*

*Data de submissão: 07/06/2022*

### **Sergio Sacramento dos Santos**

Engenheiro Ambiental e Sanitarista  
Centro Universitário Jorge Amado  
Candeias-BA

<http://lattes.cnpq.br/6250320384755668>

### **Ingrid de Oliveira Mario**

Engenheira Ambiental e Sanitarista  
Centro Universitário Jorge Amado  
Salvador-BA

<http://lattes.cnpq.br/5813609067961609>

### **Ailmara Karoline Correia Teófilo**

Engenheira Ambiental e Sanitarista, Técnica  
em Meio Ambiente  
Centro Universitário Jorge Amado  
Mata de São João

<http://lattes.cnpq.br/2983000586898006>;

### **Martilo Cirino Cardoso Neto**

Engenheiro Ambiental e Sanitarista  
Centro Universitário Jorge Amado  
Salvador-BA

**RESUMO:** O presente estudo buscou realizar uma abordagem crítica sobre o cenário do saneamento básico na comunidade Menino Jesus-Candeias/BA por meio da avaliação e diagnóstico das condições dos serviços prestados. Foram levantados dados sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos, abastecimento de água, esgotamento sanitário

e drenagem na comunidade. Os dados foram obtidos por meio de um questionário online, aplicado para um percentual de 25,7%, representando o total de 2.392 moradores. Os resultados da pesquisa de campo denotam que os serviços de saneamento básico não atendiam aos requisitos legais estabelecidos pela Lei federal 11.445. O abastecimento de água atende às necessidades básicas da comunidade, já os pilares: drenagem urbana, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos não abrangem toda a comunidade e não funcionam de modo eficiente, provocando impactos diretos significativos ao meio ambiente e à saúde dos moradores, sendo necessário investir na implantação de um sistema de coleta e tratamento dos efluentes sanitários; ampliação da coleta de resíduos sólidos urbanos e implementação da coleta seletiva; qualificação da urbanização; ampliação do sistema de drenagem de águas pluviais; recuperação da voçoroca, e sensibilização dos comunitários por meio da educação ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento básico; diagnóstico; impactos; Menino Jesus.

### BASIC SANITATION IN MENINO JESUS - CANDEIAS/BA: A CRITICAL APPROACH TO THE CURRENT SCENARIO

**ABSTRACT:** The present study sought to carry out a critical approach to the scenario of basic sanitation in the Menino Jesus-Candeias/BA community through the evaluation and diagnosis of the conditions of the services provided. Data were collected on urban solid waste management, water supply, sanitary sewage and drainage in the community. Data were obtained through an

online questionnaire, applied to a percentage of 25.7%, representing a total of 2,392 residents. The results of the field research show that basic sanitation services did not meet the legal requirements established by Federal Law 11,445. The water supply meets the basic needs of the community, the pillars: urban drainage, sanitary sewage and solid waste management do not cover the entire community and do not work efficiently, causing significant direct impacts to the environment and the health of residents, it is necessary to invest in the implementation of a system for the collection and treatment of sanitary effluents; expansion of urban solid waste collection and implementation of selective collection; qualification of urbanization; expansion of the rainwater drainage system; recovery of the gully, and sensitization of the community through environmental education.

**KEYWORDS:** Basic sanitation; diagnosis; impacts; Menino Jesus.

## INTRODUÇÃO

Segundo BRASIL (2007), através da Lei Federal nº.11.445, saneamento básico pode ser definido como o “conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais, sendo eles abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejos de resíduos sólidos; e drenagem urbana de águas pluviais.” Este conjunto tem por objetivo transformar as condições do meio ambiente para prevenir doenças, promover a saúde pública e qualidade de vida da população beneficiada pelos serviços.

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008), o primeiro levantamento de saneamento básico no Brasil foi realizado em 1974. Ao longo dos anos, o processo de pesquisa foi reformulado, tendo que ser adaptado às novas tecnologias e mudanças na realidade da sociedade brasileira. Tais mudanças nos métodos de pesquisa trouxeram à tona as demandas do serviço de infraestrutura no território nacional. É perceptível a precariedade na infraestrutura dos municípios brasileiros e a ausência de adesão do poder público quanto aos Planos Municipais de Saneamento Básico. Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES (2020), com base nos dados de 2018 do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS, a universalização do saneamento básico ainda é uma utopia, visto que apenas 98, das 1.857 cidades que participaram do estudo estão próximas a alcançar a marca. Esses dados demonstram que os problemas de saneamento básico são estruturais e extremamente delicados.

A comunidade de Menino Jesus, pertencente ao município de Candeias - BA, localizada à margem da BR 324, Km 594, apresenta déficit nos 4 pilares do saneamento básico, e esta condição gera impactos ambientais, dilemas sociais e de saúde nos comunitários, mas estes podem ser controlados através da universalização do serviço de saneamento, e da implementação dos planos de ação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 6, que visa o serviço de água potável e saneamento para todos até 2030.

Neste contexto, o estudo teve como objetivo diagnosticar as condições do

saneamento básico na comunidade de Menino Jesus e propor soluções para os problemas encontrados. O investimento em saneamento básico proporciona benefícios intangíveis à população, tanto econômicos quanto sociais e na saúde pública, bem como na prevenção da ocorrência de danos ambientais.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Silva (2007), investir em saneamento é a única forma de reverter os problemas sanitários existentes. A Organização das Nações Unidas - ONU através do relatório bienal (2014) afirma que para cada dólar investido no setor de água e saneamento, economiza-se \$4,3 dólares em saúde global. Ainda segundo Silva(2007), a oferta do saneamento associa sistemas constituídos por uma infraestrutura física, educacional, legal e institucional, contempladas pelo arcabouço legal no que tange o saneamento básico no Brasil, tendo como base a Lei nº. 11.445, de acordo com BRASIL, (2007). Segundo esta Lei, os quatro pilares do saneamento básico podem ser definidos:

Art. 3º Para fins do disposto nesta Lei considera-se:

I-saneamento básico: conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição; b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente; c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

A água é um bem natural essencial para todo ecossistema do planeta, entretanto o consumo insustentável deste recurso tem provocado a crise hídrica global. No Brasil, a realidade de 16,3% da população brasileira ainda é precária, cerca de 35 milhões de brasileiros não têm acesso à água potável, segundo o SNIS (2019). Tais dados revelam o desafio ainda existente sobre a universalização do serviço no país.

DANTAS *et. al.* (2012) destacam a precariedade do saneamento básico e afirmam que os serviços estão muito aquém do ideal, apontando as diversas características

específicas sem grandes avanços ao longo dos anos. A pesquisa buscou apresentar uma visão geral em relação ao abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto no Brasil de forma sintetizada, reforçando a necessidade da conservação dos recursos naturais, principalmente da água, visto que a disponibilidade hídrica é uma problemática do século XXI. Sendo assim o sistema de esgotamento sanitário é fundamental para a garantia da saúde pública de qualquer comunidade. A ausência desse serviço expõe a população a vetores de doenças e impactos socioambientais. É importante ressaltar que as comunidades, principalmente da zona rural, são as que mais sofrem com a ausência do sistema e conseqüentemente com esgoto a céu aberto e/ou instalações clandestinas de esgoto. Segundo o SNIS (2007), 70.762.950 brasileiros eram atendidos na época, representando 38% da população no ano da pesquisa. Destes, apenas 24% tinham o esgoto tratado. Atualmente, o maior desafio ainda se encontra na coleta e tratamento de esgoto. O ciclo da gestão de resíduos é composto desde a geração até a destinação e/ou disposição final, em todas as etapas é necessário o controle e gerenciamento para diminuição dos impactos ambientais. As políticas públicas têm um papel essencial para que a gestão integrada seja cumprida, conforme (BRASIL, 2010), através da Lei 12.305:

**Art. 3º XI.** gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. (BRASIL, 2010):

Ter um ambiente equilibrado é um direito coletivo reconhecido pela Constituição Federal promulgada em 1988, art. 225º.

**Art. 225.** Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988).

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2020) apresentou um panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil que revelou dados da disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos, onde “em 2019, foram coletados 72,7 milhões de toneladas de resíduos, sendo 59,5% destinados para aterros sanitários, 23% para aterros controlados e 17,5% para lixões”. O país também apresenta déficit na abrangência da coleta regular, pois 6,3 milhões de t/ano de resíduos seguem abandonadas no meio ambiente. O investimento em aterros sanitários é a prova do retrocesso no Brasil, uma vez que, ainda são vistos como destinos adequados para os resíduos, e isto vai à contramão da correta gestão de resíduos sólidos, onde preferencialmente, a coleta deve ser seletiva e os resíduos passíveis de reciclagem devem ser reciclados.

De acordo com o SNIS (2019), “[...] apenas 566 dos 5570 municípios brasileiros possuem soluções de drenagem natural (faixas ou valas de infiltração) em vias públicas urbanas”, representando somente 9,9% das cidades. Ainda de acordo com o SNIS (2019),



o número era menor na categoria de tratamento de águas pluviais, dentre os municípios brasileiros temos apenas 250 que possuem algum tipo de tratamento, representando 4,4% do total. Esses dados são inquietantes, uma vez que este pilar tem como objetivo a minimização dos problemas ocasionados pelo acúmulo excessivo de água que causam grandes impactos, culminando em calamidade pública.

Segundo Silva (2007), as condições inadequadas do saneamento básico estão intrinsecamente ligadas à saúde pública. Pode-se citar como exemplo a diarreia, que é responsável por 30% das mortes de crianças com menos de um ano de idade, atingindo a marca de quatro bilhões de casos por ano. Essa informação é corroborada pela Organização Mundial da Saúde – OMS (2017), através do relatório *Don't pollute my future! The impact of the environment on children 's health*, onde afirma que 361 mil crianças com menos de cinco anos morrem por diarreia, como resultado da falta de acesso à água potável, saneamento e higiene.

MASSAL *et. al.* (2013) revelaram a realidade das pessoas de baixa renda, sendo estas mais vulneráveis às doenças provocadas pela ausência de saneamento básico. O estudo foi realizado nas 27 capitais brasileiras no ano de 2013, com um total de 27.027 indivíduos de idade igual ou superior a 18 anos, e verificou-se que nas capitais com coberturas de saneamento básico mais adequadas, os dados relacionados à saúde foram melhores em comparação aos locais com coberturas menores. Conforme as respostas dos participantes à Autoavaliação de Saúde (ASS), as regiões menos desenvolvidas, com participantes de menor renda per capita e baixo nível de escolaridade apresentaram os maiores déficits na saúde. É inevitável afirmar que a desigualdade socioeconômica é um fator diretamente proporcional à qualidade de vida e saúde de uma população, uma vez que, a exposição a fatores ambientais adversos, como condições de moradias e urbanização precárias são exemplos de determinantes sociais da saúde.

O Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANSAB), aprovado pelo Decreto nº 8.141 (BRASIL, 2013), foi formulado com o intuito de aderir aos planos de planejamento integrado do saneamento básico considerando seus quatro componentes, possuindo um horizonte de 20 anos (2014 a 2033) e devendo ter uma avaliação periódica de 4 anos. O surgimento do plano se deu através da análise dos presentes déficits no saneamento e por meio disso, foram criadas 29 metas que envolvem: 08 indicadores para o abastecimento de água; 08 de resíduos sólidos urbanos; e 06 para esgotamento sanitário e 07 para drenagem urbana. Vale salientar que em 2020 a versão revisada do PLANSAB encontrava-se em fase final de validação. O novo marco do saneamento básico do Brasil, Lei nº 14.026, tem como meta a universalização do serviço no Brasil até 2033. A criação da lei fez-se necessária porque mesmo após a implementação da Lei Federal 11.445/2007 e o PLANSAB (2013) não houve avanços satisfatórios na prestação dos serviços essenciais para saúde pública, surgindo como uma nova medida para alavancar o setor no país. O novo cenário gerou grandes expectativas no setor privado, pois a partir do marco, empresas privadas podem

concorrer com as estatais de forma igualitária.

SOUZA *et. al.* (2017) analisaram a situação do saneamento básico na cidade de Timbó Grande - SC, e concluíram que tratar das 4 esferas do saneamento básico se faz necessário para evitar possíveis problemas ambientais e doenças à população. A pesquisa fortaleceu a ideia de que a falta destes componentes pode comprometer a saúde pública. Os autores também destacaram que o trabalho poderia ser utilizado para melhorias no que tange ao assunto no município.

Tendo como premissa todo arcabouço legal e literatura direcionada para o saneamento básico, no caso da comunidade Menino Jesus, para realizar a caracterização da área de estudo foi necessário fazer um diagnóstico, através da aplicação de um questionário, voltado para os 4 pilares do saneamento básico. Conforme os diagnósticos realizados pelo SNIS no ano de 2019, o questionário deste estudo foi elaborado considerando aspectos estruturais e estruturantes da prestação de serviços de saneamento básico, tais como: a infraestrutura existente; o planejamento e a gestão dos sistemas; e os impactos ao meio ambiente e à saúde identificados em função da carência desses serviços.

## **METODOLOGIA**

Segundo Vianna (2001), para que o estudo seja transversal, o mesmo deve ser realizado “a partir de estudos feitos por diferentes autores ou vivenciados por várias pessoas”. A fim de entender a atual situação do saneamento básico no distrito de Menino Jesus foi necessária a aplicação de métodos exploratórios. Para atingir os objetivos propostos, a metodologia foi dividida em 4 etapas descritas abaixo:

- Levantamento bibliográfico sobre assuntos relacionados ao tema (Leis, Artigos científicos, Relatório Agenda 21 de Menino Jesus);
- Aplicação do questionário de saneamento básico (via *google forms*) em 120 residências, com 120 representantes familiares, alcançando 615 pessoas;
- Compilação e tratamento dos dados obtidos através do questionário de saneamento básico aplicado na comunidade;
- Elaboração de plano estratégico de ação com propostas de melhorias para minimizar e/ou solucionar o problema da comunidade.

Como condição de pesquisa, o questionário foi aplicado por residência, onde apenas uma pessoa respondeu representando a família.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

A comunidade de Menino Jesus pertence ao município de Candeias - Bahia, localizada à beira da BR 324, Km 594, fazendo ligação com a mesma pela BA- 522. Segundo a Central das Organizações Comunitárias de Menino Jesus (CORCOMEJ), associação de

moradores do bairro, a comunidade surgiu da fusão de trabalhadores remanescentes de quilombos das três fazendas denominadas: Fazenda Passagens dos Teixeira, Fazenda Rosário e Fazenda Caracaatinga; e de trabalhadores imigrantes da construção da BR 324, no final da década de 40. Nessa época, o Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (DNER), hoje atual DNIT, construiu 16 casas para servir de residências para alguns funcionários, com o objetivo de facilitar o acesso à construção da estrada, passando a localidade a ser denominada de Povoado de Cova de Defunto, com a ampliação da BR 324 em 1968. Em 1998, 30 anos depois, o Povoado foi denominado pela Igreja Católica: Menino Jesus, em homenagem ao seu santo padroeiro (PETROBRAS, 2014).

De acordo com o Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara, 2014, a população projetada para 2020 era de 2.392 habitantes, o plano foi elaborado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia - SEDUR e Empresa Baiana de Águas e Saneamento - EMBASA.

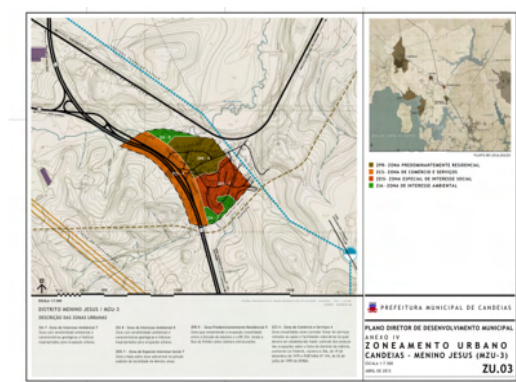


Figura 1 - Zoneamento de Menino Jesus - Candeias - BA

Fonte: Prefeitura Municipal de Candeias, 2013.



Figura 2 - Identificação de voçoroca na comunidade Menino Jesus

Fonte: Autores próprios, 2021.

Importante destacar que entre as ruas Travessa da Areia, e da Bica, existe uma erosão em estágio avançado (voçoroca) provocada inicialmente pelo despejo de águas residuárias de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) da EMBASA presente no ponto mais alto da comunidade. Neste caso, foi observado que a erosão avançou por diversos fatores externos, e antropogênicos, podendo ser citado os seguintes fatores: intemperismo físico e químico (variações de temperatura, umidade, chuva, e clima); despejo de águas residuárias da operação da EMBASA; disposição direta de resíduos sólidos dos moradores; e disposição direta de efluentes sanitários das residências do entorno.

## DIAGNÓSTICO

O diagnóstico do saneamento básico na comunidade foi realizado no período de 29 de abril de 2021 até 18 de maio de 2021 através da aplicação do questionário via *google forms* e visita de campo seguindo todas as recomendações de segurança contra a COVID-19. O questionário foi aplicado em 120 residências, conforme apresentado no quadro 1

LOGRADOURO	QTDE. DE RESPOSTAS POR RUA
ALTO DO BOM VIVER	1
AV DNER	3
CARACATINGA	2
POSTO FICAL	1
RUA 8 DE DEZEMBRO	13
RUA ALTO DO SALDANHA	1
RUA CAMAÇARI	2
RUA DA AREIA	4
RUA DA BICA	18
RUA DA HIDROVIA	8
RUA DA JAQUEIRA	11
RUA DA PAZ	4
RUA DO EVANGELHO	3
RUA DO POÇO	5
RUA LARGO DA IGREJA	1
RUA MANOEL VINO	3
RUA NOVA	8
RUA SÃO JOSÉ	9
RUA SÍTIO NOVO	11
TRAVESSA DA AREIA	11
TRAVESSA SÃO JOSÉ	1
TOTAL	120

Quadro 1 - Plano de Amostragem

Fonte: Autores Próprios, 2021.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados nas esferas social, abastecimento de água, drenagem de águas pluviais, esgotamento sanitário e resíduos sólidos são apresentados a seguir e estão disponíveis no link do formulário google : <<https://forms.gle/5y1CBqH885kBc8tC9>>.

**Dimensão Social:** De acordo com o resumo do questionário via *google forms* e

baseado nos gráficos gerados, pode-se afirmar: sobre a faixa etária dos participantes, 34,2% tinham idade entre 25 e 34 anos, 30,8% tinham entre 35 e 44 anos, 15,8% tinham entre 19 e 24 anos, 11,7% tinham entre 45 e 54 anos, 4,2% tinham até 18 anos, 1,7% tinham entre 55 e 64 anos e 1,7% tinham 65 anos ou mais. Nas residências que fizeram parte do diagnóstico 36,7% moram três pessoas, 18,3% moram quatro pessoas, 13,3% cinco pessoas, 5% seis pessoas e 2,5% 07 pessoas. Também foi perguntado aos entrevistados a quantidade de filhos que eles tinham, 36,7% disseram não ter filhos, 25,8% disseram ter um filho, 21,7% tinham dois filhos, 6,7% tinham três filhos, 5,8% quatro filhos e 3,3% cinco ou mais filhos.

A maior parte dos participantes se autodeclararam pretos, representando 53,3% das respostas, e 40,8% se autodeclararam pardos. O grau de escolarização dos participantes é diversificado, 39,2% declaram ter o ensino médio completo, 14,2% o ensino fundamental incompleto, 13,3% o ensino superior incompleto, 11,7% o ensino médio incompleto, 10,8% ensino superior completo e 3,3% disseram não ser alfabetizados. 61,7% dos participantes tem renda mensal familiar de até 1 salário mínimo. O maior percentual de participantes afirmou não receber nenhum tipo de benefício de transferência de renda 56,7%; 25% participam do Programa Federal Bolsa Família, 19,2 % são beneficiários do auxílio emergencial decorrente da pandemia do novo COVID-19 e 8,3% fazem parte de outros programas de renda. É importante pontuar que nessa questão os participantes puderam assinalar mais de uma opção.

No quesito saúde, somente 16,2% dos entrevistados dispõem de plano de saúde particular, os outros 83,8% dos participantes utilizam o SUS (Sistema Único de Saúde). Do total de pessoas entrevistadas, 35% informaram já terem tido alguma doença relacionada à falta saneamento básico. Em relação às crianças de 0 a 5 anos das residências, 61,7% dos representantes responderam que as mesmas não contraíram doenças relacionadas à falta de saneamento básico, 5,8% já contraíram algum tipo de doença, e 32,5% responderam que não têm crianças em casa.

De acordo com as respostas os participantes são assistidos pelos seguintes serviços públicos: água tratada e encanada 75%, coleta e tratamento de esgoto 5,8%, posto de saúde 93,3%, iluminação 75,8%, coleta seletiva de resíduos sólidos 10,8% (na comunidade não há coleta seletiva de resíduos, e alguns participantes não tinham conhecimento sobre, e marcaram a opção), drenagem de águas pluviais 10,0% e coleta comum de resíduos 85,8%. É importante pontuar que nessa questão os participantes puderam assinalar mais de uma opção.

**Abastecimento de água:** É o pilar mais essencial do saneamento básico pois trata-se de um indicador ambiental e social diretamente ligado à qualidade de vida, e por este motivo toda e qualquer população deve ter a garantia de acesso à água potável dentro dos parâmetros do Ministério da Saúde. Referente ao abastecimento de água na comunidade, 117 dos entrevistados declararam possuir água tratada e encanada, sendo o serviço

prestado pela EMBASA, 18 tem acesso a fonte, e apenas 3 pessoas têm acesso a água pelo rio e apenas 4 fazem o uso de poços. É importante salientar que nessa questão os participantes puderam assinalar mais de uma opção, pois entende-se que na comunidade os moradores têm mais de um meio de acesso a água.

**Drenagem de águas pluviais:** Com base nos dados apresentados ao longo da pesquisa pode-se constatar que o Brasil tem mais deficiência na prestação deste serviço e na comunidade de Menino Jesus não é diferente. Em relação ao sistema de drenagem local, 61,4% dos entrevistados declararam possuir pavimentação na localidade das ruas residências, 38,6% afirmaram que existem bocas de lobo e 19,3% de trincheiras e valas.

A menor porcentagem ficou com as guias e sarjetas com apenas 12% da localidade e as galerias de drenagem em 4,8%. Vale ressaltar que 37 pessoas preferiram não responder à questão apresentada devido à falta de todos os elementos na rua onde moram, também 35% dos participantes afirmaram que em períodos de chuvas ocorrem alagamentos nas respectivas ruas de suas residências.

**Resíduos sólidos:** Segundo Lima *et. al.* (2002), o lixo é um componente importante do perfil epidemiológico de uma comunidade, exercendo influência, ao lado de outros fatores, sobre a incidência de doenças. Do ponto de vista sanitário, não se pode afirmar que os resíduos sólidos são a causa direta de doenças. No entanto, é evidente seu papel na transmissão de doenças provocadas por macro e microrganismos patogênicos ou não, que vivem ou são atraídos pelo lixo. Em Menino Jesus, quando se trata da segregação dos resíduos sólidos gerados nas residências, 72,5% das pessoas não segregam para destinar. Na comunidade não há coleta seletiva de resíduos, e alguns participantes não tinham conhecimento sobre, e marcaram a opção.

No que tange ao descarte dos resíduos, 52,5% dispõe todos os dias. Ainda sobre o descarte, 80,8% responderam que não existem contentores ou caixas para entulhos disponibilizados pela prefeitura próximos à residência. Referente a destinação final dos resíduos, 94 pessoas disseram que seus resíduos são coletados pela prefeitura municipal em frente às residências, e 10 pessoas descartam em contentores e caixas que também são coletados pela prefeitura através da empresa MM Limpeza Urbana e destinados para o aterro sanitário Hera Ambiental S/A. Ainda assim, 13 pessoas informaram que incineram seus resíduos, 13 descartam de forma irregular em lixões, e 10 dispõem na voçoroca. Destaca-se que nessa questão os participantes puderam assinalar mais de uma opção devido a coleta comum de resíduos não alcançar todos os locais da comunidade.

Em relação a frequência que acontece a limpeza pública (varrição e apanho do resíduo sólido urbano) nas ruas que os participantes moram, 33,3% responderam que não acontece, 25,8% que acontece todos os dias, 23,3% responderam que ocorre uma ou duas vezes por semana, 10,0% que acontece cinco ou seis vezes por semana, e 7,5% três ou quatro vezes.

**Esgotamento Sanitário:** Quanto ao pilar do esgotamento sanitário, os dados

apresentaram de maneira expressiva a deficiência da prestação deste serviço, fato este já confirmado na literatura. Segundo Jordão e Pessoa (1995), os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9 % de água e 0,1 % de sólidos. Destes 70 % são sólidos orgânicos (proteínas, carboidratos, gorduras) e 30 % sólidos inorgânicos (areia, sais e metais) e por este motivo, tecnologias convencionais são capazes de tratá-los. Em Menino Jesus, 40 pessoas informaram que destinam os efluentes sanitários para fossa séptica e 15 para fossa negra, 24 pessoas informaram que o esgoto proveniente de suas residências corre a céu aberto, 21 pessoas lançam os efluentes em córregos e rios, 19 pessoas têm o sistema de esgoto das suas casas ligados à voçoroca, 15 pessoas têm suas residências conectadas à rede coletora de esgoto, mas sem tratamento, 12 em valas e 11 pessoas não souberam responder.

**Impacto Ambiental:** Sabe-se que a atual deficiência no serviço de saneamento básico na comunidade causa diversos impactos ambientais, afetando os quatro pilares, tornando o cenário na comunidade extremamente desfavorável. Pôde-se observar impactos ambientais adversos diretos, uma vez que, na falta desses serviços, as ações dos comunitários levam a contaminação do solo, dos recursos hídricos, aumento de processos erosivos, poluição visual, perda da cobertura vegetal, alagamentos e assoreamento da nascente.

**Impacto Social:** São visíveis os impactos sociais em Menino Jesus, a comunidade não apresenta características de desenvolvimento social, econômico, ambiental e de urbanização, faltam: creche, farmácia, caixa eletrônico, escola profissionalizante, geração de empregos e renda, mesmo pertencendo a região metropolitana de Salvador. As famílias são compostas por pessoas de faixa etária variada, no entanto, muitas pessoas em “idade produtiva” não trabalham e nem estudam, principalmente os jovens sendo esta situação agravada pela pandemia. Durante o desenvolvimento do estudo em campo, percebeu-se que a ausência de saneamento básico, de fato, é a realidade da maioria das pessoas pretas, com baixo grau de escolarização e que estão em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Nessa perspectiva, é possível afirmar que o déficit de saneamento básico impacta diretamente na mobilidade social e IDH - Índice de Desenvolvimento Humano destas pessoas.

Sobre os impactos sociais provocados pela erosão, algumas famílias da Rua Travessa da Areia e Rua da Bica perderam suas residências e se mudaram do local em busca de segurança e qualidade de vida. Os moradores que permaneceram no entorno da voçoroca são estigmatizados e vistos como criminosos, tendo assim a vida social afetada. Ainda através da coleta de depoimentos notou-se que os residentes de todas as ruas participantes da pesquisa, não têm o conceito de saneamento básico esclarecido, e que o serviço é intrinsecamente ligado à saúde pública, sendo esta uma barreira de reivindicação ao poder público.

**Impactos na Saúde Pública:** Um agravante para a saúde pública local é a

disposição de resíduos sólidos na voçoroca, sendo, assim, um potencial fonte de exposição para a população. Nos resíduos domésticos há presença de micro-organismos, agentes patogênicos, nutrientes e compostos de metais pesados que não devem ser descartados na mesma, pois servem de alimento para bactérias e vírus.

Diante dos fatos já abordados sobre a condição sanitária da comunidade, a região apresenta uma ocorrência de doenças como: dengue, zika, chikungunya ou alguma verminose, diarreia, leptospirose, hepatite A, arboviroses, esquistossomose, malária, febre amarela, cólera, febre tifoide e/ou elefantíase, todas provocadas por vetores de doenças como o aedes aegypti, ratos, baratas, animais domésticos dentre outros. A deficiência de saneamento básico ainda contribui para a perda de produtividade, de energia e também na desnutrição.

## PLANO DE AÇÃO ESTRATÉGICO

Cenário Atual	Consequências	Soluções	Parcerias	Cenário Futuro
Ausência de rede de esgotamento sanitário adequado.	Contaminação do solo, do lençol freático, dos corpos receptores, aumento de processos erosivos, problemas na saúde pública.	Implantação de sistema de esgotamento sanitário compatível com a necessidade da comunidade	Governo federal, EMBASA, Governo do Estado da Bahia, Prefeitura de Candeias.	Coleta e tratamento dos efluentes gerados pela comunidade.
Ausência de coleta seletiva dos resíduos sólidos.	Contaminação do solo, do lençol freático, alagamentos, desvalorização de materiais recicláveis.	Educação ambiental comunitária, cooperativa de reciclagem.	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura/ de Serviços Públicos/ de Emprego e Renda, CORCOMEJ	Coleta seletiva na comunidade, moradores conscientes, valorização dos resíduos, geração de emprego e renda.
Ausência de pavimentação e drenagem de águas pluviais.	Aumento do processo erosivo, lixiviação, alagamento, dificuldade de acesso, locomoção e poluição visual.	Pavimentação, instalação de sistema de drenagem.	Secretaria Municipal de Planejamento/de Obras.	Melhoria de mobilidade e acesso, valorização da região, eliminação de alagamentos e enchentes.
Voçoroca	Perda de residências, lixiviação, perda da vegetação, aumento da criminalidade, desvalorização da região, ponto de descarte de resíduos sólidos, efluentes e poluição visual.	Estudo de execução de plano de recuperação de área degradada.	Secretaria Municipal de Planejamentos/ de Obras/ de Meio Ambiente e Agricultura, EMBASA, Governo do Estado e comunidade.	Recuperação da voçoroca, valorização da região, segurança da comunidade.
Áreas com descarte inadequado de resíduos sólidos e falta de limpeza urbana	Contaminação do solo, do lençol freático, corpos hídricos, proliferação de vetores de doenças e poluição visual.	Ampliação da coleta municipal de resíduos sólidos, instalação de contentores em pontos estratégicos, educação ambiental, ampliação da limpeza urbana.	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura/ de Planejamento/ de Obras/ de Serviços Públicos e Comunitários.	Vias públicas limpas e comunidade consciente.

Fonte: Autores Próprios (2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos no estudo, pode-se afirmar que a carência dos pilares do saneamento básico em Menino Jesus é uma ameaça à saúde pública e ambiental da população, conforme exposto nas seguintes conclusões:



O abastecimento de água é o pilar que apresentou maior eficiência na universalização, pois o serviço prestado pela EMBASA abrange toda a comunidade. Entretanto, há uma carência na coleta e tratamento de esgoto que contribui para a proliferação de doenças infecciosas, e essa situação é indesejada, uma vez que a disposição adequada do esgoto é essencial para a proteção da saúde pública. Também ficou perceptível a deficiência do sistema de drenagem de água pluvial na área de estudo, sendo este um dos agravantes para o processo erosivo, comprometendo as edificações e a mobilidade urbana, provocando alagamentos e situações de emergência pública, sendo necessária a aplicação do sistema de drenagem para conter os avanços provocados pela ausência do serviço. Do mesmo modo, a gestão inadequada de resíduos sólidos é um fator agravante dos problemas socioambientais da comunidade.

Portanto, é de fundamental importância o investimento municipal para atender as demandas do saneamento básico presentes na legislação brasileira Lei federal 11.445/2007. Em Menino Jesus se faz necessário investir na implantação de um sistema de coleta e tratamento dos efluentes sanitários; ampliação da coleta de resíduos sólidos urbanos e implementação da coleta seletiva; qualificação da urbanização; ampliação do sistema de drenagem de águas pluviais; recuperação da voçoroca, e sensibilização dos comunitários por meio da educação ambiental. Vale ressaltar a importância do alinhamento das políticas públicas com os ODS pois, tratam de temas que promovem o desenvolvimento sustentável das comunidades e dos municípios.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE**, p. 51, 2020.

ADRIANA GUIMARÃES COSTA. Sistemas de Abastecimento de Água. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.

Agenda 21 comunitária comunidade de Menino Jesus – Candeias/BA. [s.d.].

ANALYSIS, A. N. et al. Uma Análise Da Situação Do Saneamento No Brasil. **FACEF Pesquisa - Desenvolvimento e Gestão**, v. 15, n. 3, p. 272–284, 2013.

DE SOUSA, A. C. A.; COSTA, N. DO R. Política de saneamento básico no Brasil: Discussão de uma trajetória. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v. 23, n. 3, p. 615–634, 2016.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. DE; SILVA, L. D. B. IT 179 – Saneamento Básico. **1.Introdução**, p. 01–09, 2007.

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: A percepção dos gestores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 341–348, 2013.

MASSA, K. H. C.; FILHO, A. D. P. C. Saneamento básico e saúde autoavaliada nas capitais brasileiras: uma análise multinível. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, p. 1–13, 2020.

NACIONAL, C. et al. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. n. D, p. 2–5, 1986.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Plataforma Agenda 2030**, p. 1–22, 2018.

PLANSAB. DOCUMENTO EM REVISÃO SUBMETIDO À APRECIÇÃO DOS CONSELHOS NACIONAIS DE SAÚDE, RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE. p. 240, 2019.

REPÚBLICA, P. DA. **LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007.**, 2007.

REPÚBLICA, P. DA. **LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020.** p. 1–27, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Don't pollute my future! THE IMPACT OF THE ENVIRONMENT ON CHILDREN'S HEALTH. **World Health Organization**, p.30, 2017.

## 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
<u>Bahia</u>	<u>80,32</u>	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 <sup>3</sup> /ano)	População (habitantes)	Disponibilidade <i>per capita</i> (m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /ano)	População (habitantes)	Disponibilidade <i>per capita</i> (m <sup>3</sup> /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 m<sup>3</sup>/hab.ano indicam que o estresse hídrico é periódico e regular:

Volume disponível per capita (m <sup>3</sup> /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:

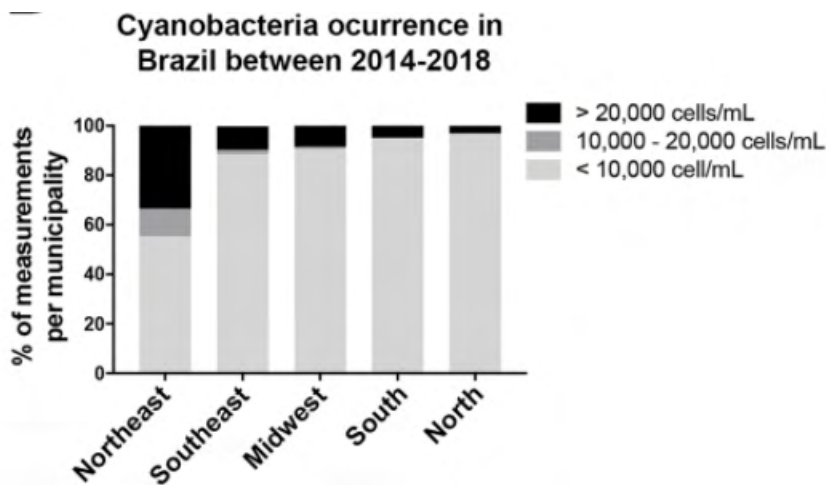


Figura 1 - Medições de ocorrência de cianobactérias no Brasil

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](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](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

# RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)