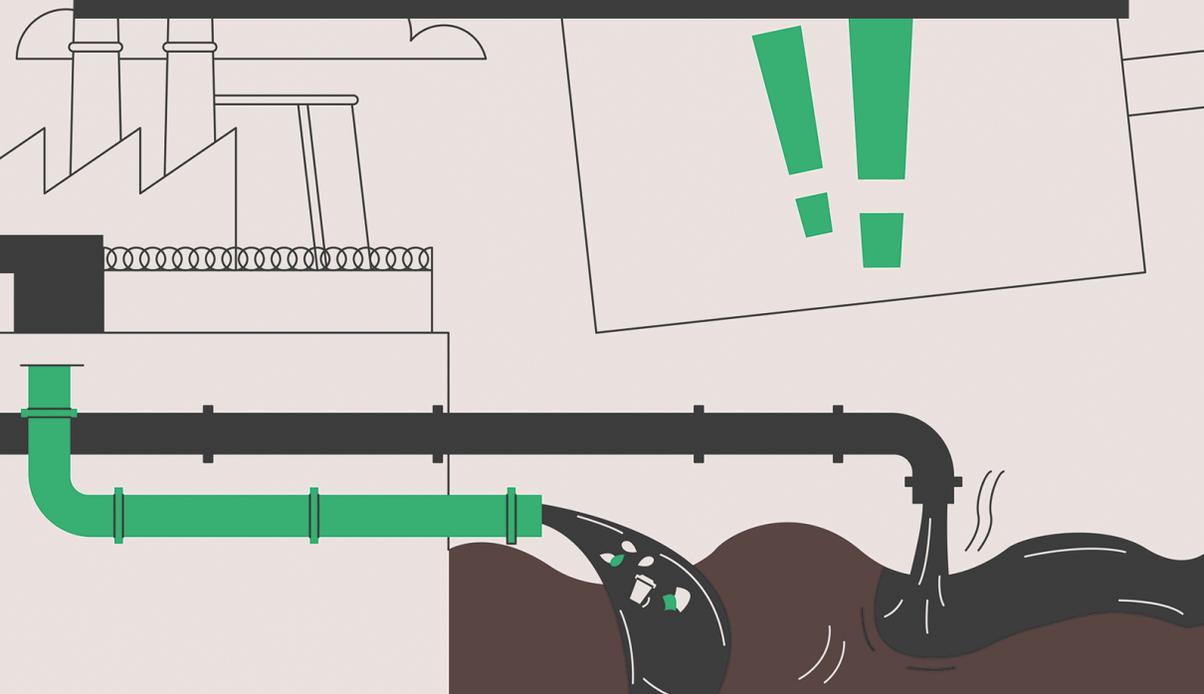


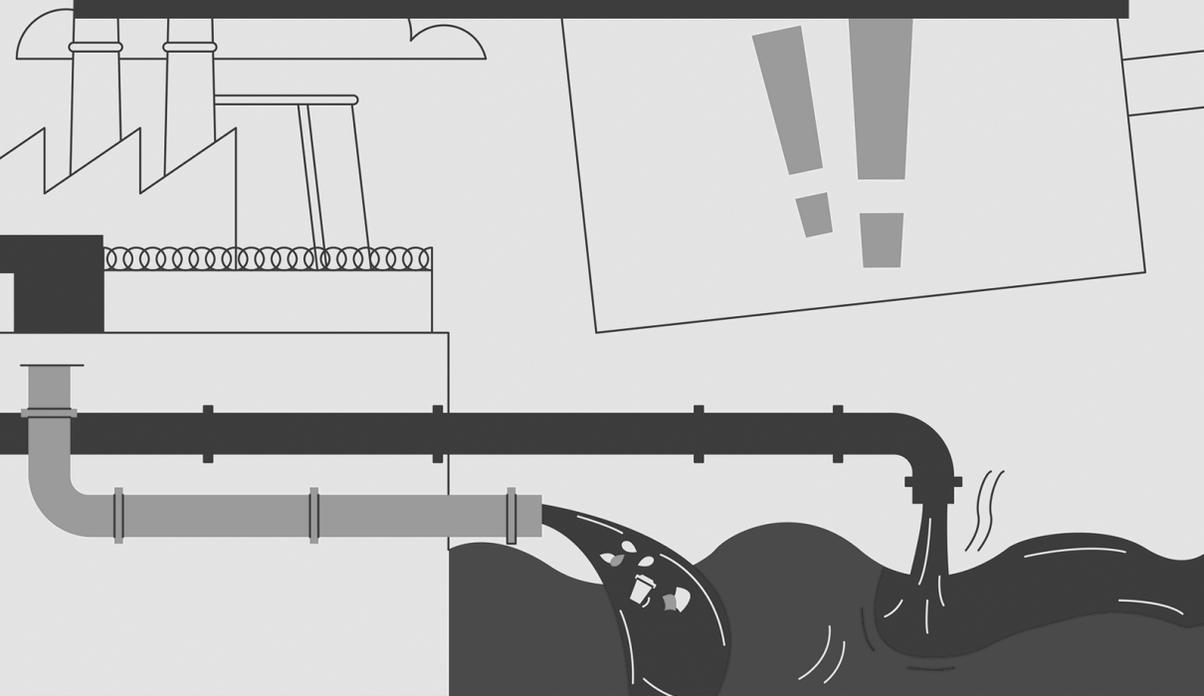
CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)



# ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

SUSTENTABILIDADE EM AÇÃO

**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA**  
**(ORGANIZADOR)**



# ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**SUSTENTABILIDADE EM AÇÃO**

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2024 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2024 Os autores

Copyright da edição © 2024 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª 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 – Colégio Militar Dr. José Aluisio da Silva Luz / Colégio Santa Cruz de Araguaia/TO

Profª Drª Cristina Aledi Felseburgh – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Diogo Peixoto Cordova – Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul

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

Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Hauster Maximiler Campos de Paula – Universidade Federal de Viçosa

Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Drª Jéssica Barbosa da Silva do Nascimento – Universidade Estadual de Santa Cruz

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

Prof. Dr. Leonardo França da Silva – Universidade Federal de Viçosa

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. Marcos Vinicius Winckler Caldeira – Universidade Federal do Espírito Santo

Profª Drª Maria Iaponeide Fernandes Macêdo – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Profª Drª Mariana Natale Fiorelli Fabiche – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Profª Drª Priscila Natasha Kinas – Universidade do Estado de Santa Catarina

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Rafael Pacheco dos Santos – Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

## Engenharia sanitária e ambiental: sustentabilidade em ação

**Diagramação:** Ellen Andressa Kubisty  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
E57	<p>Engenharia sanitária e ambiental: sustentabilidade em ação / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.</p> <p>Formato: PDF  Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  Modo de acesso: World Wide Web  Inclui bibliografia  ISBN 978-65-258-2628-8  DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.288241107">https://doi.org/10.22533/at.ed.288241107</a></p> <p>1. Engenharia sanitária e ambiental. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

O e-book: “Engenharia sanitária e ambiental: sustentabilidade em ação” é constituído por cinco capítulos de livros, a saber: *i*) aspectos políticos em torno do Novo marco legal do saneamento básico; *ii*) gestão de resíduos sólidos em instituições de ensino superior no estado do Pará; *iii*) dissipador de energia por ressalto hidráulico; *iv*) avaliação do sistema de abastecimento de água de São Luís/MA e; *v*) impacto na eficiência de tratamento de esgoto a partir do recebimento por estações elevatórias.

O primeiro capítulo apresentou uma revisão crítica em relação à análise documental e dos discursos dos parlamentares que aprovaram a PL 4.162/2019 em relação ao “Novo marco legal do saneamento básico”. Segundo análise dos próprios autores, a promulgação da Lei n. 14.026/2020 favoreceu a ampliação do setor privado em obras de saneamento que viriam a ser realizadas em todo o território nacional, o que ampliaria os aspectos econômico-financeiros em detrimento do acesso universal ao serviço de saneamento.

O capítulo 2 analisou o processo de geração e classificação dos resíduos sólidos gerados na Universidade do Estado do Pará-Campus VIII/Marabá em termos qualitativo e quantitativo em relação a composição do resíduo gerado. Os autores concluíram que 49,9% de todo o resíduo gerado é de natureza orgânica, sendo gerado 0,015 kg/hab./dia e, que necessita de propostas de implementação de projetos de educação ambiental com o intuito de reduzir e reciclar grande parte dos resíduos gerados.

O terceiro capítulo apresentou um estudo em relação ao uso de vertedouros a jusante de barragens de hidrelétrica e a ocorrência de zonas de turbulência que podem provocar desde danos locais até estruturais na parte hidráulica da barragem. Segundo os autores, ao se avaliar diferentes parâmetros característicos que impactam no ressalto hidráulico, ocorre a demonstração de uma correlação entre a vazão escoada com o modelo utilizado.

O capítulo 4 se constituiu em realizar o levantamento de informações referente ao período 2006-2007 com atualização até 2023 em relação ao atendimento da meta 6 dentre as 17 existentes no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável estabelecido pela ONU até o ano de 2030. A autora concluiu que o aumento das chuvas no período de 2006-2007 favoreceu a prevalência de diarreia aguda sem correlação com a Hepatite A e que apesar dos avanços de quase duas décadas, a qualidade da água para fins potáveis ainda se encontra em desacordo com o estabelecido pela legislação no município de São Luís/MA.

Por fim, o quinto capítulo avaliou as características do esgoto bruto na entrada e saída das estações elevatórias e com estas influenciam na eficiência de tratamento de esgoto em uma ETE na cidade do Norte de Minas Gerais. Os autores concluíram que existe a necessidade de ações voltadas para o

monitoramento, controle e fiscalização em relação aos aportes de lançamentos indevidos na rede coleta, a fim de garantir maior eficiência em todo o processo de tratamento de esgoto.

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

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
“NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO”: UM PROJETO POLÍTICO DAS ELITES POLÍTICAS E ECONÔMICAS PARA ASSEGURAR O MERCADO DO SANEAMENTO NO BRASIL	
Luiz Roberto Santos Moraes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411071">https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411071</a>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>16</b>
AVALIAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR NO ESTADO DO PARÁ	
André dos Santos Araújo	
Isabele Ferreira dos Santos	
Carlos Eduardo Moraes Jorge	
Cauã do Nascimento Alves	
Yasmim Silva de Oliveira	
Tagila Feitosa Sobral	
Luiz Eduardo Chaves de Azevedo	
Glauber Epifanio Loureiro	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411072">https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411072</a>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>34</b>
ANÁLISE DAS PARTICULARIDADES DAS ONDAS FORMADAS A JUSANTE DE DISSIPADOR DE ENERGIA POR RESSALTO HIDRÁULICO LIVRE	
Diego Damasceno Gonçalves Rezende	
Ana Paula Gomes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411073">https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411073</a>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>38</b>
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SÃO LUÍS, MARANHÃO E SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NOS ANOS DE 2006-2007 E 2023	
Flávia Rebelo Mochel	
Djenane Coimbra Teixeira Mendes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411074">https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411074</a>	
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>61</b>
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES EM ELEVATÓRIAS E SEU IMPACTO NA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO	
Jairo Soares Araujo	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411075">https://doi.org/10.22533/at.ed.2882411075</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR .....</b>	<b>68</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>69</b>

# CAPÍTULO 1

## “NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO”: UM PROJETO POLÍTICO DAS ELITES POLÍTICAS E ECONÔMICAS PARA ASSEGURAR O MERCADO DO SANEAMENTO NO BRASIL

*Data de aceite: 01/07/2024*

### **Luiz Roberto Santos Moraes**

Universidade Federal da Bahia/Escola  
Politécnica/Programa de Pós-graduação  
em Meio Ambiente, Águas e Saneamento

**RESUMO:** O artigo discute os recentes passos da elite política e econômica do Brasil para consolidar o mercado do saneamento, cujo projeto político é demarcado pela expressão “novo marco legal do saneamento básico”, disseminada após a aprovação da Lei n. 14.026/2020, que alterou a Lei n. 11.445/2007 e outras seis leis. Realizou-se revisão crítica da bibliografia, pesquisa documental e análise dos discursos de parlamentares ocorridos na sessão do Senado Federal que aprovou o PL 4.162/2019. As análises permitiram concluir que, com a Lei n. 14.026/2020, o setor privado e o governo federal criaram espaço para ampla participação privada na área de saneamento. Visando demarcar um “novo” momento da política pública, delimitar um campo político-ideológico neoliberal e legitimar a ampliação da privatização dos serviços junto à sociedade, passou-se a utilizar a expressão “novo marco legal do saneamento básico” como um divisor da

política pública de saneamento. Setores da direita e extrema direita vêm ampliando a participação privada na prestação dos serviços, reforçando a lógica econômico-financeira, em detrimento da garantia do acesso universal a esses serviços essenciais à vida. Assim, urge o aperfeiçoamento da Lei n. 11.445/2007 e revogação da Lei n. 14.026/2020, a ampliação dos investimentos públicos, dentre outras medidas, para assegurar serviços públicos de saneamento básico a todas/todos/todes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento básico; “novo marco legal”; participação privada.

### **“NEW LEGAL FRAMEWORK FOR BASIC SANITATION”: A POLITICAL PROJECT BY POLITICAL AND ECONOMIC ELITES TO SECURE THE SANITATION MARKET IN BRAZIL**

**ABSTRACT:** The article discusses the recent steps taken by Brazil’s political and economic elite to consolidate the sanitation market, whose political project is demarcated by the expression “new legal framework for basic sanitation”, disseminated after the approval of Law no. 14,026/2020, which amended Law no. 11,445/2007 and six other laws. A

critical review of the bibliography, documentary research and analysis of parliamentarians' speeches that took place in the Federal Senate session that approved PL 4,162/2019 was carried out. The analyzes allowed us to conclude that, with Law no. 14,026/2020, the private sector and the federal government created space for broad private participation in the area of basic sanitation. Aiming to demarcate a "new" moment in public policy, delimit a neoliberal political-ideological field and legitimize the expansion of privatization of services within society, the expression "new legal framework for basic sanitation" began to be used as a divider of public policy of basic sanitation. Sectors on the right and extreme right have been expanding private participation in the provision of services, reinforcing the economic-financial logic, to the detriment of guaranteeing universal access to these services essential to life. Therefore, it is urgent to improve Law no. 11,445/2007 and repeal of Law no. 14,026/2020, the expansion of public investments, among other measures, to ensure public services of basic sanitation for all.

**KEYWORDS:** Basic sanitation; "new legal framework"; private participation.

## INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988 estabelece em seu art. 21, inciso XX, a competência da União de instituir diretrizes nacionais para o saneamento básico, dispositivo que só foi regulamentado em 2007 com a promulgação da Lei n. 11.445 -o marco legal regulatório do saneamento básico-, contemplando princípios fundamentais, diretrizes, exercício da titularidade, prestação regionalizada, planejamento, regulação, aspectos econômicos e sociais, aspectos técnicos, participação de órgãos colegiados no controle social e Política Federal da Saneamento Básico. A partir desse momento, o setor privado passou a adotar diversas estratégias para alterar a referida Lei visando ampliar a participação privada na área de saneamento básico. Tal intenção se consolidou nos governos golpista e neoliberal Temer (2016-2018) e autoritário, negacionista e ultra-neoliberal Bolsonaro (2019-2022), com a aprovação da Lei n. 14.026/2020.

A partir da articulação do setor privado, de políticos da extrema-direita ultraliberal e da mídia corporativa, as alterações na Lei n. 11.445/2007, a Lei das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico-LDNSB, promovidas pela Lei n. 14.026/2020, denominada de "novo marco legal do saneamento básico". Tal estratégia buscou criar um campo político e social de consenso e desqualificar a resistência de setores progressistas à privatização, sob o argumento da posição ser político-ideológica de esquerda. Nesse cenário, difundiu-se a ideia que não importa se o serviço é público ou privado, mas se é bem prestado. Também, afirmou-se que com a crise fiscal o Estado não teria recursos para o saneamento básico, sendo a parceria com o setor privado a única alternativa (omitindo que R\$ 1,038 trilhão, ou 38,27%, do Orçamento Geral da União executado em 2019, foi destinado para pagamento de juros e amortizações da dívida pública federal, segundo Auditoria Cidadã da Dívida, 2020), bastando uma forte regulação por parte do Estado (que se pronunciem sobre isso a Agência Nacional de Águas-ANA alterada para Agência Nacional de Águas e Saneamento

Básico-ANA pela Lei n. 14.026/2020 e as 94 entidades reguladoras infranacionais-ERI que atuam na área de saneamento básico) e uma boa modelagem do negócio para garantir bons serviços (que se pronuncie sobre isso o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social-BNDES, carro chefe das modelagens do negócio).

Dentre os discursos favoráveis às alterações da LDNSB, destacam-se: i) os serviços públicos de saneamento básico seriam universalizados até 2033; ii) o setor privado investiria pesados recursos financeiros; iii) as empresas estatais/públicas que atuam na área tem se mostrado incompetentes em atender a população; iv) a necessidade de regionalização (que as empresas estaduais de água e esgoto sempre praticaram) e concessão privada desses serviços; e v) a regulação dos serviços resolverá todos os problemas de qualidade e das tarifas.

Inegavelmente, ocorreu uma ruptura do projeto político para o saneamento básico no Brasil. A conjuntura política que fez avançar o ideário ultraneoliberal e segmentos de extrema direita, foi decisiva para mudanças significativas, sendo necessário promover reflexões sobre o tema.

Assim, o artigo tem como objetivo discutir o processo de aprovação da Lei n. 14.026/2020, intitulada “novo marco legal do saneamento básico”, como um projeto político das elites políticas e econômicas, segundo Souza (2017), as elites do atraso, que busca viabilizar os negócios da água no Brasil, especialmente na prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo descritivo, envolvendo uma revisão crítica da bibliografia, pesquisa documental relacionada à legislação de saneamento básico no Brasil e uma análise dos discursos de parlamentares na sessão remota deliberativa do Senado Federal para a apreciação e aprovação do PL 4.162/2019, em senadonotícias/tvsenado (BRASIL, 2020b), cuja aprovação resultou na Lei n. 14.026/2020.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A difundida expressão “Novo Marco Legal do Saneamento Básico” foi gestada no processo de aprovação da Lei n. 14.026/2020. Tal processo foi marcado pelo despreço à democracia e pelo privilégio dos interesses privados em detrimento da coletividade. Os termos mais utilizados nas lives e webinários realizados no período e circulados pelas diversas mídias sobre a área de saneamento básico, especialmente sobre os serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, impregnados de visão neoliberal, foram: mercado; abertura de mercado; abertura de capital; negócio; concessão privada; ativos; commodity/mercadoria; parceria público-privada-PPP; players; apetite para investir; shareholders; stakeholders; pipelines; eficiência econômica; modelagem

do negócio; segurança jurídica; segurança regulatória, configurando-se em terminologias condizentes com a visão de mercado/negócio, do que com a de serviços públicos essenciais à vida, direitos humanos, direitos sociais.

O PL 4.162/2019, visando alterar a LDNSB e outras seis leis, tramitou na Câmara dos Deputados, sendo aprovado em 17/12/2019 (BRASIL, 2019a). Com isso, o PL seguiu para o Senado Federal que discutiu e aprovou na sessão deliberativa remota de 24/06/2020, presidida pelo Sen. Davi Alcolumbre (DEM-AP, hoje no União Brasil), a partir do Parecer n. 71, 2020-PLEN (BRASIL, 2020a) do relator Sen. Tasso Jereissati (PSDB/CE).

A sessão foi iniciada com seu presidente passando a palavra para o relator da matéria, que leu seu parecer destacando que as alterações propostas pelo Poder Executivo visavam modernizar o marco legal do saneamento básico, uma necessidade urgente devido a 35 milhões de brasileiros/as não terem acesso à água tratada e 104 milhões não terem acesso ao esgotamento sanitário, números que evidenciavam um “vasto mercado a ser desenvolvido”, bem como “a disponibilidade de dinheiro extraordinariamente barato à procura de oportunidades no mercado internacional” (BRASIL, 2020a, p.11). O relator evidenciou que o “desperdício” de água tratada atingia uma média nacional de 38%, em 2017; que, a depender da metodologia utilizada, seriam necessários investimentos entre R\$ 500 bilhões e R\$ 700 bilhões para a universalização dos serviços até 2033; e que, para cada R\$ 1 bilhão investidos, seriam gerados 60 mil postos de trabalho (BRASIL, 2020a). Deve-se destacar que os números da população não atendida (déficit persistente/contínuo, composto pelas populações das periferias das grandes cidades, de pequenos municípios e os povos do campo, da floresta e das águas), considera apenas os atendidos por rede de distribuição de água e por rede coletora de esgotos sanitários, desprezando-se outras tecnologias e práticas utilizadas pelas pessoas, bem como são maiores que aqueles divulgados pela PNAD Contínua 2019 do IBGE (IBGE, 2020). O relator salientou as alterações propostas nas sete leis, especialmente em relação à Agência Nacional de Águas (alterada para Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico-ANA), que “deverá desenvolver capacidades regulatórias para lidar com contratos, riscos, avaliação de ativos, projetos de investimento e tarifas sociais”, além de instituir “regulamentação para o tratamento de passivos de poluição pelas empresas de saneamento e sanções para infrações”, bem como a “regulamentação da oferta de capacitação técnica específica a gestores de entes subnacionais, iniciativa essencial para o bom cumprimento dos dispositivos da eventual lei” (BRASIL, 2020a, p. 12). O Parecer contou com 86 emendas de Plenário, mas apenas uma emenda de redação foi acatada, pois o “acordo” era passar o “rolo compressor” e aprovar o PL 4.162/2019 sem alterações em relação ao aprovado na Câmara dos Deputados.

O então líder do PT, Sen. Rogério Carvalho (SE), apresentou uma questão de ordem, afirmando que a sessão tratava de matéria de grande relevância, que não tinha sido devidamente apreciada e que sua apreciação remota não atendia ao Regimento Interno

do Senado, nem ao acordo entre os pares sobre deliberações durante a pandemia da COVID-19, concluindo que “não é o momento de votar o PL”. No entanto, o presidente da sessão rebateu a afirmação e colocou em votação a questão de ordem, que foi rejeitada pela quase totalidade dos senadores/as. Com isso, a sessão remota foi iniciada e devidamente gravada. O Sen. Álvaro Dias (Podemos-PR) destacou a importância do PL, já que “o nosso sistema de saneamento e distribuição de água remonta a era medieval”; que os números de falta de acesso à água e ao esgotamento sanitário “justificam a matéria”; que os R\$ 700 bilhões necessários aos investimentos poderiam ser viabilizados pelo setor privado. Na sequência, o Sen. Fabiano Contarato (na época Rede-ES, hoje no PT) observou que o PL 4.162/2019 era um dos projetos mais importantes que já tinha passado no Senado Federal, pelos aspectos sanitário, social e econômico e a possibilidade de corrigir a injustiça com os mais pobres. Com a palavra, o Sen. Fernando Bezerra (MDB-PE, líder do Governo) ressaltou que os vetos ao PL acordados entre os partidos/parlamentares seriam do art. 7º (art. 18-A), § 1º do art. 14 e do art. 20. Já o Sen. Eduardo Braga (MDB-AM) fez referência às diferentes características das regiões do Brasil e fez questão de “cumprimentar o Sen. Tasso pelo brilhante trabalho na construção desse relatório”, afirmando que votar no PL era “votar pelo bem do Brasil, pelos 35 milhões sem abastecimento de água e os 104 milhões sem esgotamento sanitário”. O Sen. Otto Alencar (PSD-BA) salientou as diferentes realidades das regiões no País em relação à universalização, e realçou que “esse PL sendo aprovado hoje, será apreciado na prática e pode ser modificado lá adiante”. O Sen. Rodrigo Pacheco (MG), então líder do DEM (hoje no PSD), pontuou: “O marco legal do saneamento, agora, que permite a entrada da iniciativa privada para que haja o saneamento básico no Brasil, com universalização e acesso a todos os municípios e a todas as pessoas do Brasil, é algo realmente muito importante para a saúde pública, para a profilaxia, para a dignidade de pessoas que não têm acesso a esse saneamento” (BRASIL, 2020b).

Continuando, a Sen. Kátia Abreu (PP-TO) considerou a “votação histórica do PL”, afirmando que “Tocantins é exemplo para o Brasil: privatizamos no governo Siqueira Campos e temos hoje 80% de acesso a água tratada e 85% de coleta de esgoto”. Sobre esse ponto, a Senadora desconsiderou que, dos 125 municípios cujos serviços eram prestados pela Saneatins e que foram privatizados para a Odebrecht Ambiental, hoje BRK Ambiental, 78 tinham serviços deficitários e foram devolvidos ao governo do Estado, que criou a Agência Tocantinense de Saneamento (ATS) para assumir os serviços nesses municípios, Instituição que tem prestado os serviços com dificuldade em 45 desses municípios. Elogiou “o Projeto (sic) do Sen. Tasso Jereissati, aliás um belíssimo Projeto (sic)” (demonstrando o desconhecimento que o PL é de iniciativa do governo federal e que o Senador foi apenas o seu relator, certamente ela quis se referir ao parecer). A Senadora destacou que o PL previa metas para as empresas de saneamento, públicas ou privadas. A Senadora também citou o parecer do relator, assinalando que a cada R\$ 1 bilhão investidos na área, 60 mil postos de trabalho seriam gerados. Na sequência, ressaltou que “Com

essa situação, o poder público vai ficar dispensado desses investimentos, mas, ao mesmo tempo, vai ter recursos para poder investir na tarifa social, a exemplo da energia elétrica. Então, vai o dinheiro direto na veia de quem precisa. Em vez de o poder público fazer gratuitamente para todo mundo, e todo mundo ser beneficiado, até mesmo os mais ricos, nós vamos agora poder, com a tarifa social, fazer com que as pessoas mais humildes, com renda menor, possam ter essa tarifa, a exemplo da energia”. O Sen. Fernando Bezerra Coelho (MDB-PE), considerou que a modernização do saneamento básico era urgente, mas os recursos públicos eram insuficientes para garantir a universalização, destacando que “O País atravessará uma dura crise em decorrência da pandemia, e a retomada do crescimento econômico passa por um forte programa de investimentos públicos e privados. Esse marco legal é bom para as empresas estaduais, é bom para o investimento privado, ele só não é bom para a empresa pública ineficiente. O objetivo desse projeto é ampliar os mecanismos que levem à expansão da rede, inclusive por meio da prestação regionalizada dos serviços. Esse é o caminho para recuperar o tempo perdido e modernizar um setor estratégico para alavancar a economia brasileira”. O Sen. Jorge Kajuru (Cidadania-GO) defendeu o art. 16 que previa a continuidade das empresas estaduais de água e esgoto para atender os pequenos municípios, destacando o compromisso do min. da Economia, Paulo Guedes e do presidente da República, de não quebrar o acordo para sancionar os dispositivos do PL. O Sen. Esperidião Amin (PP-SC) destacou, ao votar a favor do PL, que “Fomos convencidos pelo Relator do PL com sobriedade, lucidez e forma elegante, características de um britânico” (...) “Esta é a primeira lei para o futuro” (BRASIL, 2020b).

O então líder do PT, Sen. Rogério Carvalho (SE), que se opôs à votação do PL por entender que as alterações no marco legal precisavam ser mais debatidas, afirmou ser a favor de um “novo marco regulatório para o saneamento básico”, com participação da iniciativa privada, nos seguintes termos: “Não me oponho ao investimento privado na área de saneamento. Acho que o investimento público e o investimento privado precisam acontecer simultaneamente, não há dogmatismo da nossa bancada em relação a esse tema. Mas, a nossa avaliação é de que este debate deveria ocorrer um pouco mais para frente, no sistema normal de deliberação, tempo em que estaríamos no pós-pandemia, quando se apresentaria o cenário claro de que marco regulatório nós vamos precisar para garantir que vamos ter a universalização do saneamento básico”. Em sua avaliação, as mudanças previstas no PL poderiam gerar desvalorização das empresas públicas de água e esgoto, prejudicando seus patrimônios. No final, o Senador fez um apelo ao Sen. Davi Alcolumbre para uma interlocução com o governo visando o aperfeiçoamento do PL. Este assumiu o compromisso, levando o Senador a retirar o destaque que havia feito. O Sen. Cid Gomes (PDT-CE) também retirou o destaque diante de compromisso do Sen. Davi Alcolumbre em pautar a discussão do financiamento do saneamento básico. Também, contrário à aprovação do PL, o então líder do PDT, o Sen. Weverton Rocha (MA), reconheceu a urgência do tema, mas opinou pelo aprofundamento da discussão: “Sabemos

que, infelizmente quanto às cidades pequenas, principalmente do Norte e do Nordeste, esses investimentos não vão chegar, como foi aqui falado. É um projeto que vai beneficiar os grandes centros, claro, onde as grandes empresas têm interesse de investir”. O Sen. Veneziano Vital do Rêgo (PSB-PB) registrou preocupações sobre o futuro das empresas públicas de saneamento e a perspectiva da universalização dos serviços. O Sen. Mecias de Jesus (Republicanos-RR) manifestou ceticismo quanto ao PL, afirmando que a privatização da empresa de energia elétrica de Roraima não deu bons resultados. Para ele, a privatização do saneamento básico iria aumentar a conta de água e de esgoto: “A privatização resultou na demissão de centenas de servidores e na entrega de um patrimônio avaliado em mais de R\$ 1 bilhão por míseros R\$ 50 mil! Hoje, o roraimense paga a tarifa de energia mais cara do Brasil pelo pior serviço prestado. Não é difícil imaginar qual o destino que terá o setor de água e saneamento em nosso estado. A privatização vai entregar o filé para as empresas privadas, que é a capital, Boa Vista, mas o interior do estado ficará à mercê, sem água, sem saneamento básico e dependendo de investimentos públicos federais ou do estado, e sabemos que neste momento não há recursos disponíveis” (BRASIL, 2020b).

Acompanhando a gravação da Sessão, nota-se que quase a totalidade dos senadores/as que se pronunciaram tinham pouco conhecimento sobre o saneamento básico, inclusive dos conceitos e conteúdo da LDNSB, entendendo saneamento básico como apenas esgotamento sanitário e não como os componentes abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos) estabelecidos pela Lei n. 11.445/2007 (uma das leis que estavam sendo objeto de alteração), sendo priorizado o debate sobre o investimento de R\$ 700 bilhões para a “universalização” dos serviços, valor divulgado pela Associação e Sindicato Nacional dos Concessionários Privados de Serviços Públicos de Água e Esgoto-Abcon Sindcon, como estimativa para investimentos apenas em água e esgoto, embora o Plano Nacional de Saneamento Básico-Plansab, revisado em 2019 pela Secretaria Nacional de Saneamento-SNS, do então Ministério do Desenvolvimento Regional-MDR, tenha apresentado o valor de R\$ 597,9 bilhões de investimentos para os quatro componentes do saneamento básico (BRASIL, 2019b).

O Sen. Davi Alcolumbre, afirmou que a votação das alterações no marco regulatório do saneamento básico demonstrava que a Casa “deseja diminuir as desigualdades em um momento de pandemia, de crise na saúde pública (...), [e] sancionar essa matéria é construir um Brasil mais promissor e mais justo”. Antes da votação, o Senador solicitou que fossem retirados os destaques para a aprovação do PL sem modificações possibilitando a sanção presidencial sem retornar à Câmara dos Deputados, no que foi atendido pelos líderes.

Assim, o então presidente do Senado Federal, de vínculos com o liberalismo e segmentos de direita, Sen. Davi Alcolumbre, usou oportunisticamente e concluiu a sessão afirmando: “Todos nós teremos guardada na memória, no coração e nos Anais desta Casa, esta sessão histórica, remota, votando uma matéria aguardada há décadas por milhões de

brasileiros. Água é vida; saúde é vida. E a matéria deliberada na sessão de hoje protege a vida dos brasileiros no momento histórico de pandemia, onde já se foram mais de 53 mil brasileiros que perderam as suas vidas”. Já o relator Sen. Tasso Jeressaiti (PSDB-CE), convidado para fazer uma fala final, afirmou que não sofreu pressão dos invisíveis (população carente/vulnerável) em momento algum da relatoria e que “o PL não propôs contrapor o público e o privado, mas sim fazer uma parceria público-privada” e que “o PL aprovado não é perfeito e deverá ser constantemente avaliado e que o Congresso Nacional faça as correções necessárias”. Em meio a elogios mútuos entre eles, a Sessão foi encerrada com 65 votos a favor da aprovação do PL e 13 votos contrários (BRASIL, 2020b).

Sempre acreditando nas debilidades do exercício da cidadania da população brasileira (SOUZA, 2017) e atendendo aos interesses do setor privado, representado pela Abcon Sindcon, Associação Brasileira de Infraestrutura e Indústrias de Base-Abdib, Confederação Nacional da Indústria-CNI e Instituto Trata Brasil-ITB, o Projeto de Lei 4.162/2019 (BRASIL, 2019a) se constituiu em um pacote de medidas para alterar sete leis, a saber: Lei n. 9.984/2000, da criação da Agência Nacional de Águas (ANA); Lei n. 10.768/2003, do quadro de pessoal da ANA; Lei n. 11.107/2005, das normas de contratação de consórcios públicos; Lei n. 11.445/2007 (LDNSB); Lei n. 12.305/2010, da Política Nacional de Resíduos Sólidos; Lei n. 13.089/2015, do Estatuto da Metrópole; e Lei n. 13.529/2017, do fundo de apoio a projetos de concessões e parcerias público-privadas, tornando-se, “historicamente, a intervenção mais radical já realizada no setor desde o Plano Nacional de Saneamento (Planasa) na década de 70” (MANCIO, 2022, p. 80).

Pela importância da LDNSB e da Lei n. 9.984/2000 (criação da ANA) para a área de saneamento básico, apresenta-se a seguir algumas alterações nessas duas leis, dentre as muitas alterações introduzidas pela Lei n. 14.026/2020:

- modificação do princípio fundamental do uso de tecnologias apropriadas (artigo 3º, inciso VIII, da LDNSB), um recuo frente a necessidade de adequar as tecnologias às realidades socioeconômicas, culturais, ambientais e institucionais locais;
- vedação, no art. 10 da LDNSB, do contrato de programa para a prestação dos serviços por entidade que não integre a administração do titular, impossibilitando as companhias estaduais de renovarem seus contratos ou firmarem contratos com novos municípios;
- revogação, no mesmo artigo, de dois parágrafos, incisos e alíneas que permitiam ao poder público autorizar a prestação dos serviços públicos por usuários organizados em cooperativas ou associações, prejudicando os modelos Central na Bahia, Sisar no Ceará e Piauí e similares;
- redefinição da competência da prestação dos serviços públicos de saneamento básico, instituídas pela LDNSB, conforme ao art. 8º: “I - Os Municípios e o Distrito Federal são os titulares dos serviços públicos de saneamento básico, restritos as

suas respectivas áreas geográficas; II - O Estado, em conjunto com os municípios, que compartilham efetivamente instalações operacionais integrantes de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, instituídas por lei complementar estadual; e § 1º por gestão associada, mediante consórcio público ou convênio de cooperação, nos termos do art. 241 da Constituição Federal”;

- estabelecimento, no art. 11-B da LDNSB, de metas de universalização nos contratos de prestação dos serviços que garantam o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033 (o § 1º estabelece que, até 31 de março daquele ano, os contratos em vigor que não possuísem as metas deveriam incluí-las e nos casos dos estudos para a licitação da prestação regionalizada apontarem para a inviabilidade econômico-financeira da universalização, ficaria permitida a ampliação do prazo, desde que não ultrapasse 1º de janeiro de 2040, conforme o § 9º); a flexibilização da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico-PMSB para a validade dos contratos de prestação dos serviços, visando atender aos interesses das empresas privadas. O novo art. 17 da LDNSB estabelece, quando da existência de serviço regionalizado de saneamento básico, a elaboração de Plano Regional de Saneamento Básico, que poderá contemplar um ou mais componentes do saneamento. Suas disposições prevalecerão sobre aquelas constantes no PMSB, e o Plano Regional dispensará a necessidade de elaboração e publicação de PMSB. Já o art. 19 da Lei n. 14.026/2020 estabelece que os titulares dos serviços deverão publicar seus PMSB e, em seu § Único, que “serão considerados planos de saneamento básico os estudos que fundamentem a concessão ou a privatização, desde que contenham os requisitos legais necessários”. Com isso, a necessidade da elaboração do PMSB ficou fragilizada, assim como a participação e o controle social. Tal previsão representa um retrocesso significativo, já que a dispensa do plano participativo debilita os rumos da universalização, da fiscalização e do controle social no planejamento e na prestação dos serviços;

- o art. 4º-A da Lei n. 9.984/2000 inclui como nova atribuição da ANA a instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico por seus titulares e suas entidades reguladoras e fiscalizadoras, observadas as diretrizes para a função de regulação estabelecidas na LDNSB, cabendo à ANA, em seu § 1º estabelecer normas de referência sobre: I - padrões de qualidade e eficiência na prestação, na manutenção e na operação dos sistemas de saneamento básico; II - regulação tarifária dos serviços públicos de saneamento básico, com vistas a promover a prestação adequada, o uso racional de recursos naturais, o equilíbrio econômico-financeiro e a universalização do acesso ao saneamento básico; III - padronização dos instrumentos negociais de prestação de serviços públicos de saneamento básico firmados entre o titular do serviço público e o delegatário, os quais contemplarão metas de qualidade, eficiência e ampliação da cobertura dos serviços, bem como especificação da matriz de riscos e dos mecanismos de manutenção do equilíbrio econômico-financeiro das atividades; IV - metas de universalização dos serviços públicos de saneamento básico para concessões que considerem, entre outras condições, o nível de cobertura de serviço existente, a viabilidade econômico-

financeira da expansão da prestação do serviço e o número de Municípios atendidos; V - critérios para a contabilidade regulatória; VI - redução progressiva e controle da perda de água; VII - metodologia de cálculo de indenizações devidas em razão dos investimentos realizados e ainda não amortizados ou depreciados; VIII - governança das entidades reguladoras, conforme princípios estabelecidos no art. 21 da LDNSB; IX - reúso dos efluentes sanitários tratados, em conformidade com as normas ambientais e de saúde pública; X - parâmetros para determinação de caducidade na prestação dos serviços públicos de saneamento básico; XI - normas e metas de substituição do sistema unitário pelo sistema separador absoluto de tratamento de efluentes; XII - sistema de avaliação do cumprimento de metas de ampliação e universalização da cobertura dos serviços públicos de saneamento básico; XIII - conteúdo mínimo para a prestação universalizada e para a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços públicos de saneamento básico. Assim, são muitas e diversas as normas de referência a serem elaboradas por uma instituição que não tem expertise e pessoal qualificado para tal. Tal atribuição, por diversas razões, como conflito de interesses, discriminatória, ineficiência, falta de neutralidade, dentre outros, deveria ser da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental-SNSA do Ministério das Cidades-MCID e não da ANA (OLIVEIRA FILHO et al., 2023). Após quase quatro anos da promulgação da Lei n. 14.026/2020, apenas 8 normas de referência (NR) foram aprovadas pela ANA de 72 previstas, sendo 5 para os serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, 2 para os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e uma sobre as ERI (ANA, 2024a). Segundo ANA, existe informação da existência no Brasil de 94 entidades reguladoras infranacionais-ERI, sendo 52 municipais, 16 intermunicipais e 26 estaduais (ANA, 2024b).

- já o § 3º do art. 4º-A da referida Lei estabelece que as normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico deverão: I - promover a prestação adequada dos serviços, com atendimento pleno aos usuários, observados os princípios da regularidade, da continuidade, da eficiência, da segurança, da atualidade, da generalidade, da cortesia, da modicidade tarifária, da utilização racional dos recursos hídricos e da universalização dos serviços; II - estimular a livre concorrência, a competitividade, a eficiência e a sustentabilidade econômica na prestação dos serviços (torna-se um equívoco considerar concorrência e competitividade em uma área que se constitui monopólio natural, ou seja, em que é mais barato atender o usuário por um único prestador do serviço e não pela competição entre prestadores; também não foram consideradas as sustentabilidades social e ambiental); III - estimular a cooperação entre os entes federativos com vistas à prestação, à contratação e à regulação dos serviços de forma adequada e eficiente, a fim de buscar a universalização dos serviços e a modicidade tarifária; IV - possibilitar a adoção de métodos, técnicas e processos adequados às peculiaridades locais e regionais; V - incentivar a regionalização da prestação dos serviços, de modo a contribuir para a viabilidade técnica e econômico-financeira, a criação de ganhos de escala e de eficiência e a universalização dos serviços; VI - estabelecer parâmetros e periodicidade mínimos para medição do cumprimento das metas de

cobertura dos serviços e do atendimento aos indicadores de qualidade e aos padrões de potabilidade (da água), observadas as peculiaridades contratuais e regionais; VII - estabelecer critérios limitadores da sobreposição de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário final, independentemente da configuração de subcontratações ou de subdelegações; e VIII - assegurar a prestação concomitante dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário (visando atender a que interesses?) (BRASIL, 2020c);

- enquanto o art. 4º-B estabelece que “a ANA manterá atualizada e disponível, em seu sítio eletrônico, a relação das entidades reguladoras e fiscalizadoras que adotam as normas de referência nacionais para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, com vistas a viabilizar o acesso aos recursos públicos federais ou a contratação de financiamentos com recursos da União ou com recursos geridos ou operados por órgãos ou entidades da administração pública federal, nos termos do art. 50 da LDNSB; o § 1º A ANA disciplinará, por meio de ato normativo, os requisitos e os procedimentos a serem observados pelas entidades encarregadas da regulação e da fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico, para a comprovação da adoção das normas regulatórias de referência, que poderá ser gradual, de modo a preservar as expectativas e os direitos decorrentes das normas a serem substituídas e a propiciar a adequada preparação das entidades reguladoras; o § 2º A verificação da adoção das normas de referência nacionais para a regulação da prestação dos serviços públicos de saneamento básico estabelecidas pela ANA ocorrerá periodicamente e será obrigatória no momento da contratação dos financiamentos com recursos da União ou com recursos geridos ou operados por órgãos ou entidades da administração pública federal” (BRASIL, 2020c, s.p.). Esse § 2º junto ao art. 50 da Lei n. 11.445/2007 e dispositivos da Lei n. 13.529/2017, com redação introduzida ou alterada pela Lei n. 14.026/2020, dizem respeito à exigências impostas pelo então governo federal, contrariando a autonomia política dos municípios, sendo exigido pela União “que eles se adequem à sua política de privatizações, privilegiando a concessão dos serviços ao setor privado ou a realização de parcerias público-privadas-PPP, desestimulando assim a prestação direta do serviço público”. Assim, “os municípios que buscarem recursos do governo federal para investirem em saneamento básico serão obrigados a concordar com a abertura da área aos agentes privados. A relação que deveria ser de coordenação torna-se de subordinação, violando o pacto federativo” (BERCOVICI, 2020, s.p.).

Dentre os vetos do então presidente da República à 18 dispositivos do PL 4.162/2019, o que gerou maior reação foi o do art. 16 da Lei n. 14.026/2020. Negociado entre os governadores dos estados e o então presidente da Câmara dos Deputados, Dep. Rodrigo Maia (DEM-RJ, hoje no PSDB), o dispositivo estabelecia uma sobrevida às companhias estaduais de abastecimento de água e esgotamento sanitário ao considerar que os contratos de programa vigentes, com vigência expirada ou sem contrato, poderiam ser reconhecidos como contratos de programa e formalizados ou renovados mediante acordo entre as partes até 31/03/2022, por um prazo máximo de 30 anos. Porém, todos os vetos foram mantidos pelo Congresso Nacional.

Nenhum dispositivo da Lei n. 14.026/2020, considera o acesso à água e ao esgotamento sanitário como direito humano essencial (Resolução A/RES/64/292, de 28/07/2010, da Assembleia Geral das Nações Unidas, aprovada com o voto favorável do Brasil). Ao contrário, seu texto estabelece mecanismos para a ampliação da atuação do setor privado no saneamento básico (induzindo à criação de um monopólio privado) e condiciona o acesso à recursos federais a adesão dos municípios à unidades regionais a serem criadas, bem como restringe a autonomia municipal; veda os contratos de programa, eliminando a possibilidade de gestão associada entre entes federados –art. 241 da Constituição Federal de 1988– e a continuação da efetiva atuação das companhias estaduais de água e esgoto; obriga o município a instituir, no prazo de um ano, a cobrança de tarifas para manejo de resíduos sólidos, sob pena de configurar renúncia de receita, levando o/a gestor/a à punição por improbidade administrativa; e revoga os dispositivos que permitiam modelos de autogestão na prestação dos serviços públicos de saneamento rural, dentre outras questões.

Face as inconstitucionalidades constatadas na referida Lei (BERCOVICI, 2020; PASCHOALINI; SILVA; FERREIRA, 2021), com destaque para a extrapolação da competência da União, abuso de poder econômico, esvaziamento da competência municipal, intervenção federal sobre a autonomia municipal e violação do pacto federativo, diversas Ações Diretas de Inconstitucionalidade-ADI foram ajuizadas junto ao Supremo Tribunal Federal-STF por entidades e partidos políticos como: a Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento-Assemæ (ADI 6.583/2020); Partido Comunista do Brasil-PCdoB, Partido Socialismo e Liberdade-PSol, Partido Socialista Brasileiro-PSB e Partido dos Trabalhadores-PT (ADI 6.536/2020); Partido Democrático Trabalhista-PDT (ADI 6.492/2020); e Associação Brasileira de Empresas Estaduais de Saneamento-Aesbe (ADI 6.882/2021), porém todas julgadas improcedentes pelo STF, que decidiu, por sete votos a três, declarar a constitucionalidade da Lei n. 14.026/2020. Segundo Santos (2021), embora o STF venha acolhendo ações que contribuem para a democracia brasileira, tem também recebido positivamente ações que favorecem a manutenção do modelo capitalista neoliberal no Brasil.

Por fim, a Lei n. 14.026/2020 desestrutura a política de saneamento básico do País e amplia as desigualdades sociais, uma vez que contribui para a privatização de serviços rentáveis/superavitários, deixando os deficitários para o poder público estadual e municipal. Ao vedar o contrato de programa e dificultar a gestão associada, a Lei destrói o subsídio cruzado praticado pelas empresas estaduais de água e esgoto, impondo contratos de concessão com o discurso enganoso da necessidade de concorrência para a prestação dos serviços, desconsiderando o caráter de monopólio natural dos mesmos.

Com a referida Lei prevalece: o interesse privado, onde o saneamento básico é uma atividade econômica, implicando no não atendimento das populações da periferia das cidades, de pequenos municípios e dos povos do campo, da floresta e das águas;

a violação de direitos humanos; a manutenção das desigualdades; a desvinculação do saneamento básico ao interesse social; o discurso de universalização de acesso dos serviços aos domicílios (faz sentido para quem, pois até agora trata-se de retórica vazia); a precariedade dos serviços; e o descompromisso com a modicidade tarifária. Ao contrário, a política pública de saneamento básico deve atender a toda a população urbana e rural com serviços de qualidade e preços módicos, por meio da efetiva implementação do Plansab (e seus três programas: Saneamento Básico Integrado; Saneamento Rural; e Saneamento Estruturante) e de alocação pelo governo federal dos recursos públicos necessários e de forma perene, com a qualificação do gasto público.

## CONCLUSÃO

Torna-se claro que **não existe um “novo marco legal do saneamento básico”**, mas alterações realizadas pela Lei n. 14.026/2020 na Lei n. 11.445/2007 e em mais seis leis, tendo como principal objetivo criar condições legais/segurança jurídica para a ampla atuação do setor privado na prestação dos serviços públicos de saneamento básico, com destaque aos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, de maior interesse desse setor privado, incluindo o mercado financeiro. Em contrapartida, as alterações visam dificultar, ou mesmo, eliminar a atuação das empresas estaduais de água e esgoto e das autarquias e empresas públicas municipais de água e esgoto. Até agora, as alterações procedidas não trouxeram melhoria alguma para a área de saneamento básico e para os respectivos serviços públicos a não ser especulação. Assim, torna-se necessário: i) a continuidade da implementação e o aperfeiçoamento do marco legal regulatório do saneamento básico (Lei n. 11.445/2007), a exemplo do PL 1.922/2022, que visa garantir o acesso à água potável e ao esgotamento sanitário como direitos humanos (BRASIL, 2022), em tramitação na Câmara dos Deputados, e a revogação da Lei n. 14.026/2020, de forma a definir diretrizes que evidenciem o papel primordial do Estado brasileiro na garantia do saneamento básico para todas/todos/todes; ii) a implementação do Plansab como política pública de Estado, com suas periódicas avaliações e revisões/ atualizações; iii) a retomada dos investimentos públicos na área de saneamento básico, que foram praticamente congelados pela então EC 95/2016 (teto de gastos públicos), submetidos agora ao novo regime de controle do endividamento, conhecido como Arcabouço Fiscal (Lei Complementar n. 200/2023), e a qualificação do gasto público; iv) reforçar os instrumentos e procedimentos de participação e controle social, com a retomada do Conselho das Cidades-ConCidades e seu Comitê Técnico de Saneamento Ambiental-CTSA; v) qualificar a discussão sobre a universalização de todos os serviços públicos de saneamento básico e não apenas os de abastecimento de água e esgotamento sanitário, incluindo as esferas de vida para além do domicílio, com ênfase nos espaços públicos; vi) a implementação da Lei n. 14.898/2024, que institui diretrizes para a Tarifa Social de Água e Esgoto-TSAE em âmbito nacional (BRASIL, 2024), bem como o combate à tramitação no Congresso Nacional ao PLS 495/2017, que altera a Lei n. 9.433/1997-PNRH para introduzir os “mercados da água”.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico-ANA. **Normativos publicados pela ANA para o Saneamento Básico**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/agencias-infranacionais>. Acesso em: 20 mai. 2024a.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico-ANA. **Entidades Infranacionais**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/agencias-infranacionais>. Acesso em: 20 mai. 2024b.

Auditoria Cidadã da Dívida. **Auditoria Cidadã da Dívida divulga gráfico do Orçamento Federal de 2019**. 29/05/2020. Disponível em: <https://auditoriacidadada.org.br/conteudo/grafico-do-orcamento-federal-2019-2/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

BERCOVICI, G. As inconstitucionalidades da nova lei do saneamento. **Consultor Jurídico**, 27 set. 2020. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-set-27/estado-economia-inconstitucionalidades-lei-saneamento/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. **Lei n. 14.898, de 13 de junho de 2024**. Institui diretrizes para a Tarifa Social de Água e Esgoto em âmbito nacional. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2024/lei/L14898.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L14898.htm). Acesso em: 14 jun. 2024.

BRASIL. **Projeto de Lei n. 1.922/2022**. Altera a Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (Lei de Saneamento Básico), para garantir o acesso à água potável e ao esgotamento sanitário como direitos humanos, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=2195518](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2195518). Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. **Parecer n. 71, de 2020 – PLEN**. Relator: Senador Tasso Jereissati. Brasília: Senado Federal; Gabinete do Senador Tasso Jereissati, 2020a. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8125482&ts=1652816063296&disposition=inline>. Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **Sessão deliberativa remota – Novo marco legal do saneamento básico - 24/06/2020**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/videos/2020/06/ao-vivo-sessao-deliberativa-remota-24-06-2020>. Acesso em: 17 out. 2020b.

BRASIL. **Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020c**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei n. 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei n. 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei n. 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei n. 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm). Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. **Projeto de Lei 4.162/2019**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a... Brasília: Câmara dos Deputados, 2019a. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8062567&ts=1652816058925&disposition=inline>. Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Documento em revisão submetidos aos Conselhos Nacionais de Saúde, Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Brasília: SNS/MDR, 2019b. 240p.

BRASIL. **Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento básico; altera as Leis n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979, n. 8.666, de 21 de junho de 1993, e n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei n. 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação pela Lei n. 14.026, de 2020). Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/L11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445.htm). Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. **Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. (Redação dada pela Lei n. 14.026, de 2020). Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9984.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm). Acesso em: 17 jan. 2024.

IBGE. **Um em cada três domicílios não tinha ligação com rede de esgoto em 2019**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27597-um-em-cada-tres-domicilios-nao-tinha-ligacao-com-rede-de-esgoto-em-2019>. Acesso em: 06 mai. 2020.

MANCIO, M. A. C. **Direito humano de acesso à água e ao saneamento: discussão do novo marco regulatório**. 2022. 128f. Dissertação (Mestrado em Estudos da Condição Humana) – Programa de Pós-graduação em Estudos da Condição Humana, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2022.

OLIVEIRA FILHO, A.; POLLACHI, A.; MORAES, L. R. S.; MONTENEGRO, M. H. F.; FURIGO, R. F. R. Dez razões para que o apoio aos reguladores do saneamento básico seja atribuído ao Ministério das Cidades. **LE MONDE diplomatique BRASIL**, 19 jan. 2023. Disponível em: <https://diplomatique.org.br/dez-raozes-para-que-o-apoio-aos-reguladores-do-saneamento-basico-seja-atribuido-ao-ministerio-das-cidades/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

PASCHOALINI, I. M. P.; SILVA, J. I. A.; FERREIRA, L. C. Por que a Lei n. 14.026/2020 é considerada inconstitucional? **ONDAS-Privaqua**. Disponível em: <https://ondasbrasil.org/por-que-a-lei-no-14-026-2020-e-considerada-inconstitucional/>. Acesso em: 03 nov. 2021.

SANTOS, C. S. F. **Supremo Tribunal Federal e Neoliberalismo: uma análise do período pós-1988**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2021.

SOUZA, J. **A elite do atraso: da escravidão à Lava Jato**. Rio de Janeiro: Leya, 2017.

## CAPÍTULO 2

# AValiação DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR NO ESTADO DO PARÁ

*Data de submissão: 07/05/2024*

*Data de aceite: 01/07/2024*

### **André dos Santos Araújo**

UEPA - Universidade do Estado do Pará  
Marabá- Pará  
<http://lattes.cnpq.br/7042864419320037>

### **Isabele Ferreira dos Santos**

UEPA - Universidade do Estado do Pará  
Marabá- Pará  
<http://lattes.cnpq.br/0614350455326833>

### **Carlos Eduardo Moraes Jorge**

UEPA - Universidade do Estado do Pará  
Marabá- Pará  
<http://lattes.cnpq.br/7808568320740578>

### **Cauã do Nascimento Alves**

UEPA - Universidade do Estado do Pará  
Marabá- Pará  
<http://lattes.cnpq.br/9206095022662904>

### **Yasmim Silva de Oliveira**

UEPA - Universidade do Estado do Pará  
Marabá- Pará  
<http://lattes.cnpq.br/5585698315686975>

### **Tagila Feitosa Sobral**

UEPA - Universidade do Estado do Pará  
Marabá- Pará  
<http://lattes.cnpq.br/5627361203604171>

### **Luiz Eduardo Chaves de Azevedo**

UEPA - Universidade do Estado do Pará  
Marabá- Pará  
<http://lattes.cnpq.br/7357480683226456>

### **Glauber Epifanio Loureiro**

UEPA - Universidade do Estado do Pará  
Marabá- Pará  
<http://lattes.cnpq.br/2678297764211806>

**RESUMO:** Os resíduos sólidos, gerados em grande escala e com vida útil curta, têm se tornado objeto de estudo cada vez mais frequente em países, cidades e instituições. O gerenciamento adequado desses resíduos é uma das formas de minimizar os impactos ambientais relacionados e de promover o equilíbrio e a qualidade ambiental. As Instituições de Ensino Superior (IES) representam espaços públicos que podem se tornar exemplos de ambientes onde a gestão ambiental é realizada de acordo com as legislações ambientais e normas técnicas. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo identificar, quantificar e classificar os resíduos sólidos na Universidade do Estado do Pará (UEPA) - Campus VIII/Marabá. Esta pesquisa, de caráter exploratório e natureza quali-quantitativa, baseou-se na análise da composição gravimétrica e na geração per capita diária. Além disso, comparou os resultados

com outras IES, classificou-os conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pela Lei 12.305/10, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307/2002 e a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da Norma Brasileira (NB) 10.004/04, e foi proposto estratégias de gerenciamento de resíduos sólidos. Os dados obtidos da análise de composição gravimétrica revelaram a seguinte distribuição dos resíduos: Orgânicos (49,9%), Papel/Papelão (23,01%), Plástico (13,55%), Rejeito (8,74%), Vidro (2,47%), Metal (1,29%), Perigoso (0,70%), e Eletrônico (0,63%). A geração per capita diária foi estimada em 0,015 kg/hab/dia. Em comparação com outras IES no estado do Pará, os valores da composição gravimétrica indicam que a UEPA - Campus VIII/Marabá possui resultados semelhantes aos de outros campi da mesma universidade. No entanto, os valores da geração per capita de resíduos sólidos mostram que a UEPA - Campus VIII/Marabá possui uma das menores gerações per capita entre as instituições analisadas, quando comparadas aos campi da UEPA e a IES de outros estados. A classificação dos resíduos sólidos aponta que de acordo com a Lei 12.305/10, aponta que a maioria dos tipos resíduos sólidos gerados na instituição são classificados como perigosos. Conforme o CONAMA 307/2002, a maioria dos resíduos não foi classificada, enquanto de acordo com a ABNT, pela NBR 10.004/2004, a maioria foi classificada como Classe I, de resíduos perigosos. Esse trabalho aponta para a falta de coleta seletiva impede a reutilização e reciclagem de outras categorias de resíduos, ressaltando a urgência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Apesar da baixa geração per capita diária, a implementação de projetos de educação ambiental pode melhorar esse aspecto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão Ambiental; Gerenciamento Resíduos Sólidos, Educação Ambiental.

## ASSESSMENT OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN THE STATE OF PARÁ

**ABSTRACT:** Solid waste, generated on a large scale and with a short useful life, has become an increasingly frequent object of study in countries, cities and institutions. Proper management of this waste is one of the ways to minimize related environmental impacts and promote environmental balance and quality. Higher Education Institutions (HEIs) represent public spaces that can become examples of environments where environmental management is carried out in accordance with environmental legislation and technical standards. In this context, the present work aimed to identify, quantify and classify solid waste at the State University of Pará (UEPA) - Campus VIII/Marabá. This research, of an exploratory nature and qualitative and quantitative in nature, was based on the analysis of gravimetric composition and daily per capita generation. Furthermore, it compared the results with other HEIs, classified them according to the National Solid Waste Policy (PNRS), regulated by Law 12.305/10, the National Environmental Council (CONAMA) nº 307/2002 and the Brazilian Association of Standards Techniques, through Brazilian Standard (NB) 10.004/04, and solid waste management strategies were proposed. The data obtained from the gravimetric composition analysis revealed the following distribution of waste: Organic (49.9%), Paper/Cardboard (23.01%), Plastic (13.55%), Waste (8.74%), Glass (2.47%), Metal (1.29%), Hazardous (0.70%), and Electronic (0.63%). Daily per capita generation was estimated at 0.015 kg/inhabitant/day. In comparison with other HEIs in the state of Pará, the gravimetric

composition values indicate that UEPA - Campus VIII/Marabá has similar results to other campuses of the same university. However, the values of per capita generation of solid waste show that UEPA - Campus VIII/Marabá has one of the lowest per capita generations among the institutions analyzed, when compared to UEPA campuses and HEIs in other states. The classification of solid waste indicates that, according to Law 12,305/10, it indicates that most types of solid waste generated in the institution are classified as dangerous. According to CONAMA 307/2002, the majority of waste was not classified, while according to ABNT, by NBR 10.004/2004, the majority was classified as Class I, hazardous waste. This work points to the lack of selective collection preventing the reuse and recycling of other categories of waste, highlighting the urgency of a Solid Waste Management Plan (PGRS). Despite the low daily per capita generation, the implementation of environmental education projects can improve this aspect.

**KEYWORDS:** Environmental Management; Solid Waste Management, Environmental Education.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação mundial sobre a geração e destinação de resíduos sólidos e crescimento populacional desordenado vem sendo um desafio para a gestão dentro do âmbito ambiental, social, econômico e de saúde pública.

A gestão pública ambiental brasileira tem passado por um processo de descentralização (Idesp, 2011), através das legislações nacionais, como a Política Nacional de Meio Ambiente – (PNMA) a Lei Federal no 6.938/1981 que tem como principal objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) a Lei nº 12.305/2010 que estabelece a gestão desde a geração do resíduo até a disposição final.

O gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos gera impactos tanto ambientais quanto na saúde da população (Gouveia, 2012). As mudanças ambientais que vêm ocorrendo no mundo ao longo dos últimos anos fazem com que a problemática ambiental esteja cada vez mais em evidência e, dessa forma aumentem as pressões acerca da correta utilização dos recursos naturais, renováveis ou não (Silva, 2014).

Como ambientes de ensino e aprendizado, Instituições de Ensino Superior (IES) são importantes instituições que atuam na formação e capacitação do seu público, consideradas exemplos para a sociedade, sendo esperado que tenham responsabilidades e obrigações em relação à proteção ambiental (Vega et al., 2003).

Por se tratar de uma IES, existe uma expectativa por parte da comunidade acadêmica e da sociedade civil no sentido de que a universidade possa se colocar na vanguarda do movimento de mudanças dos modelos de gestão ambiental e do desenvolvimento para apoiar o ideal de futuro sustentável que se pretende alcançar (Tavares, E. 2020). São nestes espaços que se tem a oportunidade de promover estratégias e modelos que culminem no desenvolvimento sustentável (Engelman et al., 2009).

Em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos, em especial aqueles produzidos pela comunidade acadêmica, suscitam entraves em diversos pontos das cidades que não apresentam aterro sanitário, o que forma lixões a céu aberto, e isso compromete a condição do meio ambiente e conseqüentemente a qualidade de vida da comunidade residente (Conceição; Júnior, 2020). Tal problemática pode ser explanada devido à carência de sensibilização ambiental, deficiência de infraestrutura e de políticas públicas que visem uma melhor gestão e gerenciamento desses materiais (Araújo; Pimentel, 2016).

Observa-se que a responsabilidade das universidades no adequado gerenciamento de seus resíduos, tendo vista a minimização dos impactos no meio ambiente e na saúde pública, passa pela sensibilização dos professores, alunos e funcionários envolvidos diretamente na geração desses resíduos, e de seus diversos setores administrativos que podem ter relação com a questão (Furiam; Günther, 2006). Estes aspectos deixam evidente que as IE devem combater os impactos ambientais gerados pelos resíduos sólidos para servirem de exemplo no cumprimento da legislação, saindo do campo teórico para a prática (Tauchen; Brandli, 2006).

O governo do Estado do Pará tem expressado sua preocupação em atingir a meta de sustentabilidade por meio de diversas estratégias formuladas em seus planos de desenvolvimento regional (Pará, 2020).

Recentemente o Governo o estado do Pará (2020) em cumprimento ao Art. 6º do Decreto Nº 941/2020, instituiu, o Plano Estadual Amazônia Agora (PEAA). Para isso, o Plano fomentará o gerar e manter padrões de consumo e produção sustentáveis, incentivando o manejo adequado de resíduos e uso eficiente de recursos naturais. Deste modo, o estado se insere nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas.

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Campus VIII - Marabá, possui salas de aula, lanchonete, área de convivência, bioparque (área de convivência ao ar livre), estacionamentos, laboratórios de diversas áreas, salas de administração, entre outros, e produz todos os dias diversos resíduos sólidos, como orgânicos, recicláveis, laboratoriais, resíduos de construção civil e eletrônicos.

O objetivo deste trabalho foi identificar, quantificar e classificar os resíduos sólidos na Universidade do Estado do Pará (UEPA), Campus VIII - Marabá, por meio da análise da composição gravimétrica e classificação dos resíduos sólidos de acordo com as legislações e normas pertinentes, além de propor melhorias no processo de gerenciamento.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Para a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) - NBR 10.004:2004, resíduos sólidos são aqueles que:

“resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define resíduos sólidos como:

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (Brasil, 2010).

Para a gestão integrada de resíduos sólidos deu a seguinte definição: “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.” (MMA, 2024).

## Etapas de Gerenciamento

Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos é, em síntese, o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo, elevando assim a qualidade de vida da população (IBAM, 2001). Podemos apontar cerca de 8 etapas do Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos em IES, sendo eles:

- **Geração:** Ato de gerar um resíduo. Neste item podem-se implantar ações de não geração ou de redução. Para a identificação das fontes de geração de resíduos, faz-se necessário percorrer os processos da empresa (Rodrigues, 2012);
- **Segregação:** A segregação, ou comumente chamada coleta seletiva, é a coleta feita de forma separada dos resíduos orgânicos e inorgânicos, secos e úmidos, recicláveis e não recicláveis, previamente na fonte geradora. A coleta seletiva permite a destinação ambientalmente adequada de resíduos recicláveis que, ao invés de serem destinados ao aterro sanitários como rejeitos, serão reutilizados na produção de materiais diferentes, gerando renda para o setor de reciclagem. (FIEB, 2020).

- **Acondicionamento:** Preparar o resíduo para a coleta de forma sanitariamente adequada, compatível com o tipo e a quantidade de resíduos, a frequência da coleta, o tipo de edificação e o preço do recipiente (Montagna et al., 2012).
- **Armazenamento** – consiste na guarda dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados em abrigos podendo ser internos ou externos, até a realização da coleta. Assim como o acondicionamento, o armazenamento deve ocorrer conforme as características do resíduo, protegendo o meio ambiente e evitando danos à saúde. (Fortaleza, 2022)
- **Coleta:** Estocagem do resíduo acondicionado. O processo de armazenamento dos resíduos tem como objetivo acumular os resíduos até que seja realizada a coleta e destinação do mesmo. A forma de armazenamento deve resguardar as características dos materiais, protegendo os mesmos de intempéries e do acesso não controlado de pessoas e animais. (FIEB, 2020).
- **Transporte:** Operação de transferência dos resíduos acondicionados do local da geração para o armazenamento temporário para tratamento externo e/ou tratamento interno (descontaminação, reprocessamento, etc) (FIEB, 2020).
- **Tratamento:** Define-se tratamento como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte de lixo em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável. (Montagna et al., 2012)
- **Disposição Final:** A única forma de se dar destino final adequado aos resíduos sólidos é através de aterros, sejam eles sanitários, controlados, com lixo triturado ou com lixo compactado. Todos os demais processos ditos como de destinação final (usinas de reciclagem, de compostagem e de incineração) são, na realidade, processos de tratamento ou beneficiamento do lixo, e não prescindem de um aterro para a disposição de seus rejeitos (IBAM,2001).

## **Classificação dos Resíduos Sólidos**

A classificação dos resíduos sólidos desempenha um papel fundamental no gerenciamento integrado dos resíduos urbanos, pois auxilia na identificação dos materiais, facilitando o cumprimento das leis ambientais.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pela Lei 12.305/10, juntamente com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307/2002 e a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da Norma Brasileira (NB) 10.004/04, estabelecem as diversas classificações dos resíduos. O Quadro 1 apresenta as diferentes categorias de resíduos identificadas na Universidade do Estado do Pará (UEPA), campus VIII – Marabá.

Classes dos Resíduos Sólidos		Características
<b>NBR 10.004/04</b>		
<b>Classe I – Perigosos</b>		São aqueles que apresentam em suas características riscos de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, criando assim riscos à saúde pública ou à qualidade ambiental exigindo assim tratamento e disposição especiais.
<b>Classe II – Não Perigosos</b>	A - Não Inertes	Podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Os resíduos domésticos são exemplos dessa classe, (papéis, papelão, material vegetal, entre outros).
	B- Inertes	São aqueles que, submetidos a um processo de solubilização, em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água não solubilizam. A exemplo tem-se os resíduos como vidros, rochas, plásticos.
<b>Lei 12.305/10- Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)</b>		
<b>Resíduos Perigosos</b>		Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.
<b>Resíduos Não Perigosos</b>		Aqueles não enquadrados na categoria anterior.
<b>CONAMA Nº 307/2002</b>		
<b>Classe A</b>		São resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de edificações, além de outras obras de infraestrutura, e de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto.
<b>Classe B</b>		São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
<b>Classe C</b>		São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
<b>Classe D</b>		São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Quadro 1- Classificação dos resíduos quanto aos riscos a saúde e ao meio ambiente, NBR 10.004/04 (NBR, 2004) e Lei 12.305/10 (BRASIL, 2010a).

Fonte: NBR (2004), Brasil (2010a), Brasil (2002). Org.: Elaborado pelos autores (2023).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Tipo de Pesquisa

A pesquisa é de caráter exploratório, isto é, uma investigação empírica cuja finalidade é desenvolver hipóteses e aumentar o conhecimento acerca de um ambiente, fato ou fenômeno para a realização de uma pesquisa mais precisa (Marconi & Lakatos, 2003).

O estudo possui abordagem quantitativa e qualitativa de resultados, durante o estudo efetuou-se uma pesquisa de campo que, segundo Marconi & Lakatos (2003) “consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presume relevantes, para analisá-los”.

## Área de estudo

A área objeto dessa pesquisa, compreende ao Campus VIII da Universidade do Estado do Pará (Figura 1), no endereço Av. Hiléia, s/n – Bairro Amapá, CEP: 68502-100, Latitude: 1°26'16.53"S e Longitude: 48°27'39.98"O. localizado no município de Marabá pertencente a subdivisão do Sudeste do estado do Pará.

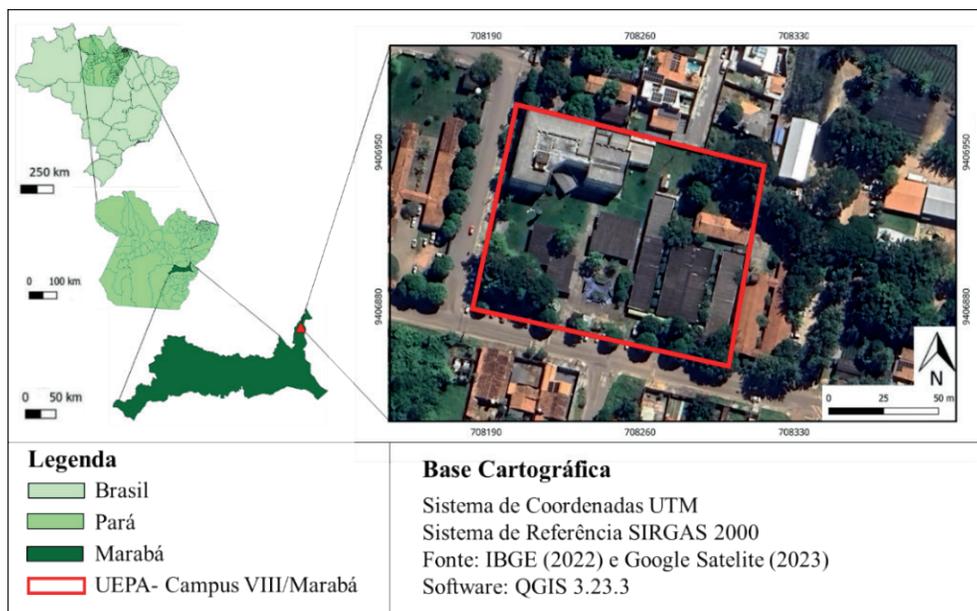


Figura 1: Mapa de localização da Universidade do Estado do Pará (UEPA), Campus VIII –Marabá.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A UEPA- Marabá possui 10 cursos regulares, sendo eles Tecnologia de Alimentos, Licenciatura em Química, Licenciatura em Letras Libras, Licenciatura em Ciências Biológicas, Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia de Produção, Engenharia Florestal, Biomedicina, Medicina, e Terapia Ocupacional sendo o único curso de modalidade intensiva (intervalar).

Fundada em 1993, atualmente o Campus VIII possui 807 discentes, 32 técnicos, 75 docentes fixos, e 15 profissionais de empresas terceirizadas, totalizando uma população de 929 indivíduos. A Figura 2 apresenta a divisão de espaços da área objeto da pesquisa, possuindo uma área total de 10.273 m<sup>2</sup>.

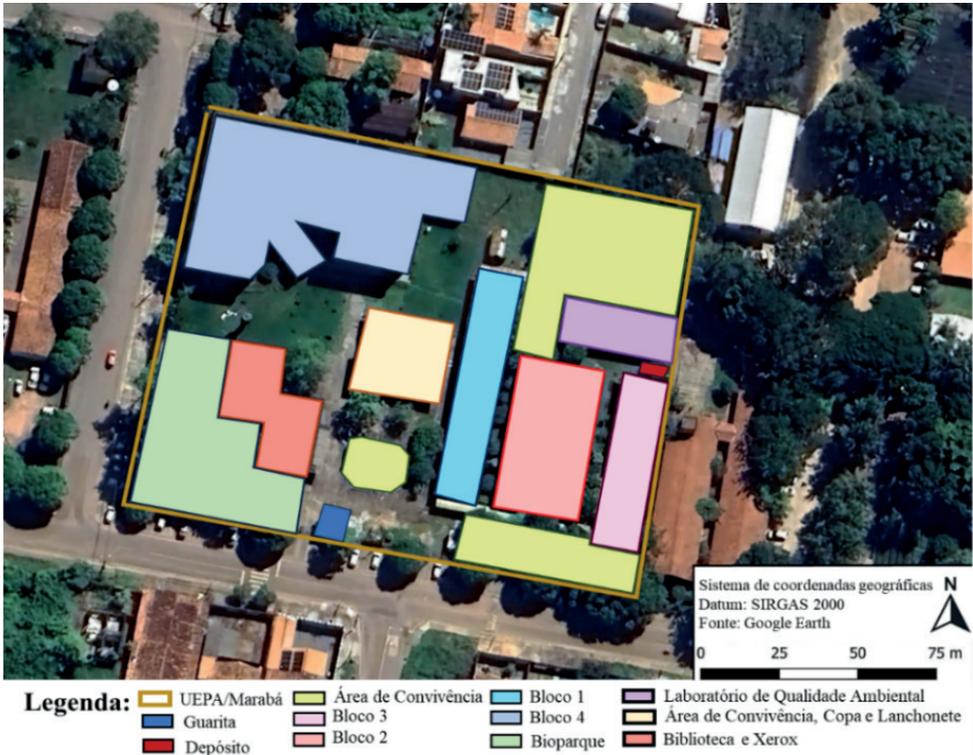


Figura 2: Vista superior da área total e com a divisão dos espaços da UEPA- Marabá.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

## Composição gravimétrica e Classificação dos resíduos sólidos

A composição gravimétrica foi obtida por meio da caracterização física dos resíduos sólidos gerados na UEPA-Marabá. Durante 15 dias letivos, com o funcionamento normal de todos os setores, os funcionários terceirizados responsáveis pela coleta armazenaram os resíduos sólidos gerados na instituição.

No dia anterior, utilizando Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como luvas, óculos, álcool em gel máscaras e galochas, além de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), como sinalizadores de segurança e lonas, realizou-se a separação, classificação e quantificação por meio da pesagem dos resíduos sólidos divididos por blocos/espacos. A Figura 3 apresenta a análise da composição gravimétrica.



Figura 3: Segregação, classificação e pesagem do resíduo gerado na instituição.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise da composição gravimétrica e da classificação dos resíduos gerados na instituição, constata-se que o Campus VIII - Marabá da Universidade do Estado do Pará gera, em média, cerca de 13,21 kg de resíduos sólidos diariamente. Durante o estudo, foram gerados aproximadamente 198,15 kg de resíduos sólidos ao longo de 15 dias, resultando em cerca de 0,015 kg *per capita*.

Em relação à composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados na instituição, identificou-se que quase metade dos valores, aproximadamente 49,49%, corresponde ao resíduo orgânico, proveniente da lanchonete, copas, e áreas de convivência. Em segundo lugar, com 23,01%, encontra-se o papel/papelão, oriundo das salas de aula, biblioteca, xerox, sala dos professores, áreas de conveniência, administrativo e laboratórios.

Cerca de 13,55% do resíduo gerado na instituição consiste em plástico, sendo este gerado na maioria dos setores. O rejeito é o quarto tipo de resíduo mais gerado na instituição, representando 8,74% do total. Já o vidro, metal, material perigoso e eletroeletrônico, juntos, compõem 5,09% do resíduo, distribuídos em 2,47%, 1,29%, 0,70%, 0,63%, respectivamente. O Gráfico 1 apresenta a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados na Universidade do Estado do Pará- Campus VIII/ Marabá com 13,21 kg/ dia, e o Gráfico 2 apresenta a geração de resíduo em cada dia de pesagem.

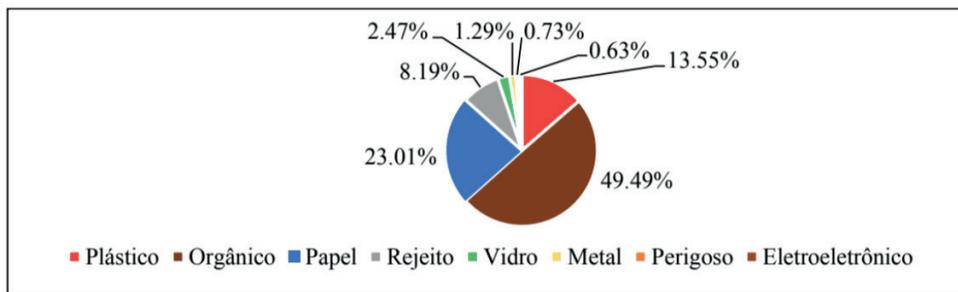


Gráfico 1: Porcentagem da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados na UEPA, campus VIII – Marabá.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

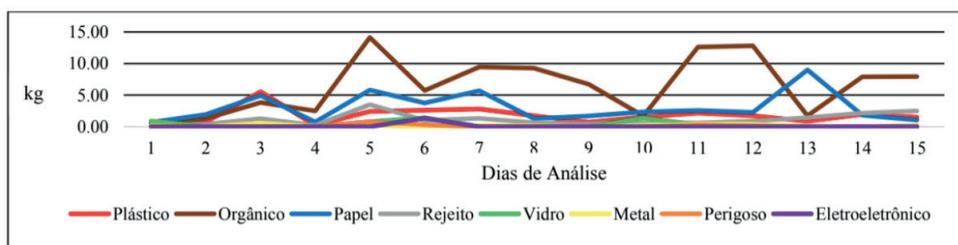


Gráfico 2: Valores da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados entre os dias de análise na UEPA, campus VIII – Marabá.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Foram selecionados quatro estudos de análise da composição gravimétrica realizados em outras instituições de ensino superior públicas localizadas no estado do Pará, abrangendo o período entre 2020 e 2023.

O Quadro 1 apresenta os resultados desses estudos nas seguintes Instituições de Ensino Superior (IES) e de média nacional: Universidade do Estado do Pará (UEPA) - Campus V/Belém, realizado por Borges et al., (2021); Universidade do Estado do Pará (UEPA), englobando todas as unidades localizadas em Belém-PA, estudo realizado para o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Universidade do Estado do Pará - PGIRS/UEPA, conduzido por Bispo e Souza (2020); Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Campus Capitão Poço, realizado por Tavares, L. (2020); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém, realizado por Filho et al., (2020); e Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil da ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2020).

Resíduos	UEPA (Campus VII/ Marabá)	UEPA (Campus VI/ Belém)	UEPA (Unidades de Belém)	UFRA (Capitão Poço)	IFPA (Campus Belém)	<b>Médias dos estudos</b>	Média Nacional
<b>Orgânico</b>	49,49%	40,0%	49%	29%	9,45%	<b>41,94%</b>	45,30%
<b>Papel/ Papelaço</b>	23,01%	35,6%	20%	24%	15,39%	<b>21,51%</b>	10,40%
<b>Plástico</b>	13,55%	16,9%	17%	17%	24,69%	<b>16,48%</b>	16,80%
<b>Rejeito</b>	8,74%	NA	8%	15%	38,82%	<b>17,64%</b>	15,50%
<b>Vidro</b>	2,47%	1,3%	2%	1%	2,44%	<b>1,84%</b>	2,70%
<b>Metal</b>	1,29%	NA	3%	3%	3,11%	<b>2,47%</b>	2,30%
<b>Perigoso</b>	0,70%	NA	NA	NA	NA	-	NA
<b>Eletrónico</b>	0,63%	NA	NA	NA	NA	-	NA

Legenda: NA (Não Analisado).

Tabela 1: Comparação da composição gravimétrica com outros estudos realizados em IES no estado do Pará.

Fonte: Borges *et al.* (2021), Bispo & Souza (2020), Tavares (2020), Filho *et al.* (2020), ABRELPE (2020). Org.: Elaborado pelos autores (2023).

Ao comparar os resultados da composição gravimétrica com outros estudos realizados em Instituições de Ensino Superior (IES), é possível observar uma notável homogeneidade nos dados referentes aos resíduos orgânicos, papel/papelaço e plástico.

Tanto nos estudos de Borges *et al.*, (2021) quanto nos de Souza (2020), ambos conduzidos em outras unidades da UEPA, os resultados para resíduos orgânicos mostram-se semelhantes aos da UEPA- Campus VII/Marabá, tal semelhança é atribuída aos hábitos alimentares e rotinas similares. Esses valores também se assemelham à média nacional, que corresponde a 45,30% de acordo com os dados da ABRELPE (2020).

Os dados sobre os resíduos orgânicos destacam a urgência da educação ambiental nas IES, visando à mudança de hábitos insustentáveis. Essa necessidade é ainda mais premente considerando um possível aumento na demanda por alimentos, o que resultaria em uma quantidade significativamente maior de resíduos, provenientes do desperdício, representando um desafio importante para a sustentabilidade.

Além disso, esses resultados ressaltam o potencial da compostagem em IES, tanto como uma eficaz tecnologia de tratamento de resíduos quanto como uma ferramenta para promover ativamente a sustentabilidade.

A questão do papel/papelaço é ainda mais relevante ao analisar a composição gravimétrica dos resíduos em IES, onde o papel é utilizado diariamente e em grande quantidade, ocupando a segunda posição entre os resíduos sólidos mais gerados nas instituições, com uma média de 21,51%.

Observa-se que a UEPA-Campus VII/Marabá apresenta uma composição gravimétrica de papel/papelaço de 23,01%, alinhada com a média geral das IES estudadas.

Já a composição gravimétrica de plástico na UEPA-Campus VII/Marabá está abaixo da média entre as IES analisadas (16,48%) e da média nacional (16,80%), registrando 13,55%. Essa discrepância ocorre devido à baixa utilização de materiais descartáveis de plástico tanto na lanchonete quanto nas copas.

Para a análise dos resultados da geração *per capita* de resíduos sólidos, foram selecionados quatro estudos que realizaram esse tipo de análise entre os anos de 2018 e 2022 em instituições de ensino superior públicas.

O Tabela 2 apresenta os resultados desses estudos nas seguintes Instituições de Ensino Superior (IES): Universidade do Estado do Pará (UEPA) - Campus V/Belém, realizado por Borges et al., (2021); Universidade do Estado do Pará (UEPA) – em todas unidades localizadas em Belém-PA, estudo realizado para o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Universidade do Estado do Pará - PGRI/UEPA, realizado por Bispo e Souza (2020); Universidade de Brasília (UnB) - Faculdade UnB de Planaltina, realizado por Ribeiro et al., (2019); Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Medianeira, realizado por Finger et al., (2018); Instituto Federal de Alagoas (IFAL) - Campus Benedito Bentes, realizado por Santos (2020); e Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Poços de Caldas, conforme estudo de Bolzani et al., (2022).

<b>Instituições de Ensino Superior (IES)</b>	<b>Resultados</b>
UEPA- Campus VII/ Marabá	0,015 kg/hab/dia
UEPA- Campus V/ Belém	0,098 kg/hab/dia
UEPA- Unidades de Belém	0,018 kg/hab/dia
UnB- Faculdade UnB de Planaltina	0,092 kg/hab/dia
UTFPR- Campus Medianeira	0,045 kg/hab/dia
IFAL- Campus Benedito Bentes	0,003 kg/hab/dia
IFSULDEMINAS - Campus Poços de Caldas	0,039 kg/hab/dia
<b>Médias dos estudos</b>	<b>0,044 kg/hab/dia</b>
Projeção de geração no estado do Pará em 2023	0,78 kg/hab/dia
Média Nacional	1,07 kg/hab/dia

Tabela 2: Comparação de resultados da geração per capita diária com outros estudos realizados em IES.

Fonte: Borges et al. (2021), Bispo & Souza (2020), ; Ribeiro et al. (2019), Finger et al. (2018), Santos (2020), Bolzani et al. (2022), ABRELPE (2020). Org.: Elaborado pelos autores (2023).

Podemos observar que a UEPA-Campus VII/Marabá tem uma geração *per capita* de resíduos sólidos de 0,015 kg/hab/dia, abaixo da média nacional de 1,07 kg/hab/dia, bem como das outras unidades da UEPA e de outras Instituições de Ensino Superior (IES) localizadas nos estados de Alagoas, Paraná, Minas Gerais e no Distrito Federal.

Esses resultados destacam que o estudo conduzido por Borges et al., (2021) na UEPA-Campus V/Belém registra a maior geração *per capita* de resíduos sólidos, alcançando 0,098 kg/hab/dia, enquanto o estudo de Santos (2020) realizado no IFAL-Campus Benedito Bentes apresenta a menor geração entre as IES analisadas, com 0,003 kg/hab/dia. Esses valores podem estar relacionados ao comportamento dos usuários das IES, como a quantidade de horas passadas dentro da instituição, a atividades em laboratórios e o número de cursos integrais.

Os resultados da classificação dos resíduos sólidos são apresentados no Quadro 2, onde estão listados os principais resíduos encontrados na UEPA-Campus VII/Marabá, classificados de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pela Lei 12.305/10, juntamente com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307/2002 e a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da Norma Brasileira (NB) 10.004/04. A Figura 5 apresenta três gráficos com a quantidade dos materiais divididos pelas classes das legislações e normas utilizadas no Quadro 2.

<b>Resíduos Sólidos</b>	<b>Lei 12.305/10</b>	<b>CONAMA 307/2002</b>	<b>NBR 10.004/2004</b>
Lâmpada fluorescente	RP	Classe D	Classe I
Pilha e bateria	RP	Classe D	Classe I
Reagentes químicos	RP	NA	Classe I
Ácidos	RP	NA	Classe I
Meios de culturas	RNP	NA	Classe I
Papel/papelão	RNP	Classe B	Classe II A
Caneta, Pincel com tinta	RP	Classe A / Classe C	Classe I
Aromatizador e Desodorantes Aerosol	RP	NA	Classe I
Resíduo orgânico	RNP	NA	Classe II A
Varrição/jardinagem	RNP	NA	Classe II A
Óleo de cozinha	RNP	NA	Classe II A
EPI (luvas)	RP	NA	Classe II A
Resíduo de construção civil	RP	Classe A / Classe C	Classe II B
Madeira	RNP	Classe B	Classe II B
Plástico	RNP	Classe B	Classe II B
Alumínio	RNP	Classe B	Classe II B
Vidro quebrado	RP	Classe B	Classe II B
Material Perfurocortante	RP	NA	Classe I
Resíduos Biológicos	RP	NA	Classe I

Legenda: NA (Não se Aplica), RP (Resíduos Perigosos), e RNP (Resíduos Não Perigosos).

Quadro 2: Classificação dos resíduos sólidos gerados na UEPA-Campus VII/Marabá.

Fonte: Brasil (2010), Brasil (2002) ABNT (2004). Org.: Elaborado pelos autores (2023).

O Quadro 2 revela que mais da metade dos materiais gerados na UEPA-Campus VII/Marabá são classificados como resíduos perigosos, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelecida pela Lei 12.305/10, totalizando 11 tipos de resíduos que representam risco à saúde pública ou à qualidade ambiental.

Quanto à classificação pelo CONAMA 307/2002, a maioria dos materiais de resíduos não foi classificada, uma vez que 10 tipos de materiais não foram mencionados na legislação. Já pela ABNT, por meio da NBR 10.004/2004, 9 tipos de materiais foram classificados na Classe I, correspondente aos resíduos perigosos.

Durante a segregação, foram encontrados diversos resíduos descartados de forma incorreta, incluindo resíduos biológicos e perigosos. Esses materiais podem contribuir para uma série de impactos ambientais e socioeconômicos, representando riscos para a saúde e segurança humana. Alguns exemplos desses resíduos são: vidros quebrados, tintas, lâminas, bisturis, meios de cultura, carnes em decomposição e medicamentos. A Figura 6 apresenta um mosaico fotografias de resíduos descartados incorretamente.



Figura 5: Resíduos descartados incorretamente encontrados na fase da segregação.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Dessa forma, observa-se no Quadro 3 ações orientadoras para a gestão de resíduos sólidos na UEPA-Campus VII/Marabá. Essas ações atendem às demandas específicas identificadas durante os dias de análise gravimétrica e à análise dos resultados da pesquisa.

Tipo de Resíduo	Ações
<b>Orgânicos</b>	Promover campanhas de conscientização sobre o descarte correto de resíduos.
	Implementar um projeto de utilização de compostagem no campus.
	Estabelecer parcerias institucionais com produtores agrícolas locais para a destinação dos resíduos orgânicos da instituição a serem utilizados como matéria-prima para a produção de bioenergia ou fertilizantes.
	Instalar pontos de coleta de resíduos orgânicos em locais estratégicos do campus.
<b>Papel/ Papelão, Plástico e Metal</b>	Estabelecer parcerias institucionais com empresas de reciclagem.
	Incentivar a política dos 5 Rs (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar) por meio de projetos de educação ambiental.
	Estabelecer metas de diminuição da geração de resíduos de papel/papelão e plástico.
<b>Perigoso</b>	Implementar um POP (Procedimento Operacional Padrão) que contenha diretrizes para a identificação, classificação e descarte correto dos resíduos perigosos dos laboratórios e outros locais onde possam ser gerados.
	Fornecer treinamento periódicos para docentes, técnicos de laboratório e monitores de laboratório sobre o descarte correto dos resíduos perigosos.
	Realizar auditorias periódicas para verificar o cumprimento das normas e regulamentações ambientais e de segurança nos laboratórios.
<b>Eletrônico</b>	Estabelecer pontos de descarte específicos para equipamentos eletrônicos.
	Implementar programas de doação de eletrônicos em bom estado para estudantes ou organizações sem fins lucrativos.

Quadro 3: Ações de Gestão para resíduos sólidos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados desta pesquisa, foi constatado que na UEPA-Campus VII/Marabá, a maior parte dos resíduos sólidos gerados é composta por material orgânico, destacando a necessidade e o potencial de tecnologias de tratamento, como a compostagem, devido à sua viabilidade econômica.

As outras categorias de resíduos analisadas apresentam potencial para reutilização e reciclagem; no entanto, devido à ineficiência da coleta seletiva na instituição, tais práticas não são realizadas. Isso ressalta a urgência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) na instituição. A geração *per capita* diária na UEPA-Campus VII/Marabá pode ser considerada baixa, mas com a implementação de projetos e ações de educação ambiental, é possível melhorar ainda mais esse indicador.

Os resultados desta pesquisa podem ser úteis para embasar tomadas de decisão visando ao aprimoramento da gestão ambiental no campus e em outras IES, além de servir como fonte de dados para o gerenciamento de resíduos sólidos por meio do PGRS.

## REFERÊNCIAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). 2004. **ABNT NBR 10.004 - Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro. v. 2, p. 1 -77.
- ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais). 2021. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Brasília. v. 1.
- ARAÚJO, K. K.; PIMENTEL; A. K. 2016. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros Vergel do Iago e Jatiúca em Maceió, Alagoas. **Revista de sustentabilidade e gestão ambiental**, v. 4, p. 626 -668.
- BISPO, C. J. C.; SOUZA, H, E, N. 2020. **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos da Universidade do Estado do Pará (PGIRS/UEPA): 2021-2030**. 2020. p. 1-90.
- BOLZANI, H. R.; BARROS, M.; DOMINGOS, J. M. F.; POMPEI, C. M. E. 2022. Análise da gestão sustentável de resíduos sólidos em uma instituição de ensino / Analysis of sustainable solid waste management in an educational institution. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5, p. 581–595.
- BORGES, H. S. .; OGORODNIK, M. E. A.; NASCIMENTO, L. S.; OLIVEIRA, E. S. DE; COSTA, D. C. T. 2021. Quali-quantitative Diagnosis of Solid Waste Generated at Campus V of the State University of Pará. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1-11.
- BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2002. **Resolução n.º 307, de 05 de julho de 2002**. Brasília.
- BRASIL. 2010. **Lei 12.305/2010** – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Presidência da República, Brasília.
- ENGELMAN, R.; GUISSO, R. M.; FRACASSO, E. M. 2009. Ações de gestão ambiental nas instituições de ensino superior: o que tem sido feito. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, p. 22-33.
- FIEB (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro). 2022. Manual PGRS - **Portal. Retrieved March**.
- FILHO, D. F.C.; OLIVEIRA, I. F.; VILHENA, A. R. 2020. Composição gravimétrica e proposta de gerenciamento dos resíduos sólidos do IFPA-Campus Belém. **Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima**,v. 2, n. 2, p. 1-13.
- FINGER, L.; QUITAISKI, P.P.; JUNGBLUTH, A.; WINTER, A. O.; CAPELETTI, A.; COSTA, I. L. 2018. Caracterização dos Resíduos Sólidos Gerados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Medianeira e Percepção dos Acadêmicos. **Revista Científica Semana Acadêmica**. p. 1-15.
- FORTALEZA, Prefeitura Municipal. 2022. Célula de Licenciamento Ambiental (CELAM). Coordenadoria de Licenciamento (COL). **Manual do Plano de Gerenciamento de Resíduos**. Fortaleza. p. 1- 27.
- FURIAM, S.M.; GÜINTHER, W. R. 2006. **Avaliação da Educação Ambiental no Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Campus da Universidade Estadual de Feira de Santana**. **Sitientibus**, v. 1, p.7-27.

GOUVEIA, N. 2012. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 1503-1510.

IBAM (Instituto Brasileiro de Administração Municipal). 2001. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro. Patrocínio: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU/PR). p. 1-200.

IDESP – Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. **Perfil da gestão ambiental dos municípios paraenses**: Programa Municípios Verdes. Belém: Idesp, 2011.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. 2003. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 320 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2024. **FAQs - Todos as FAQs**. 2024.

PARÁ. **Relatório Local Voluntário sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Estado do Pará**. 2020. Disponível em: [https://www.local2030.org/pdf/vlr/VLRState%20o f%20Par%C3%A1\\_Brazil\\_Portuguese.pdf](https://www.local2030.org/pdf/vlr/VLRState%20o f%20Par%C3%A1_Brazil_Portuguese.pdf). Acesso em: 28 abr. 2021.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Amazônia Agora- Decreto nº 941, de 03 de agosto de 2020**. 2020. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/GUIAINFO.pdf> . Acesso em: 28 abr. 2021.

RIBEIRO, E. N., CARNEIRO, R. L., GALDINO, O. P. S., DURAES, P. H. V., ROCHA, D. M. S. & OLIVEIRA, M. C. 2019. Diagnóstico ambiental de um câmpus universitário como estratégia para proposta de práticas sustentáveis. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. 1-17.

RODRIGUES, D. C. 2016. **Proposição de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para o Centro Integrado de Operação e Manutenção da CASAN (CIOM)**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 1-147.

SANTOS, J. E. 2020. **Educação Ambiental no Contexto Profissional e Tecnológico**: Uma Proposta de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o IFAL – Campus Benedito Bentes. Instituto Federal de Alagoas, Maceió, p. 1-119.

SILVA, A. C. 2014. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: avaliação qualitativa do que pensa o cidadão no bairro Santa Terezinha, em Juiz de Fora - MG**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, p. 1-144.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. 2006. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.13, p.503-515.

TAVARES, E. E. A. S. 2020. **Gestão de resíduos sólidos em instituições de ensino superior**: um estudo de caso na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/Campus Recife). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 1-123.

TAVARES, L. G. 2020. **Resíduos sólidos na Universidade Federal Rural da Amazônia**, campus Capitão Poço: composição gravimétrica e percepção dos discentes. Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Capitão Poço, p. 1-58.

VEGA, C. A., BENÍTEZ, S. O., BARRETO, M. E. R. 2003. Mexican educational institutions and waste management programmes: a University case study. **Resources Conservation & Recycling**, v. 39, p. 283-296.

# ANÁLISE DAS PARTICULARIDADES DAS ONDAS FORMADAS A JUSANTE DE DISSIPADOR DE ENERGIA POR RESSALTO HIDRÁULICO LIVRE

*Data de aceite: 01/07/2024*

### **Diego Damasceno Gonçalves Rezende**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

### **Ana Paula Gomes**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**RESUMO:** Os vertedouros, possuem como finalidade descarregar o excedente de água, ou seja, a parcela de água não utilizada na geração de energia, para jusante de uma barragem. Este excedente de água descarregado pelos vertedouros gera uma grande zona de alta turbulência tanto no pé como, também, na estrutura da barragem, podendo desta forma provocar danos locais e até mesmo a jusante da estrutura hidráulica. Por este motivo, são comumente criadas bacias de dissipação de energia por ressalto hidráulico a jusante das barragens. Essas bacias de dissipação têm como propósito absorver parte da energia cinética gerada pela passagem da água no vertedouro. Nesse sentido, PORTO, 2004, explica que “[...]O ressalto hidráulico ou salto hidráulico é o fenômeno que ocorre na transição de um escoamento torrencial ou supercrítico para um escoamento fluvial

ou subcrítico[...]”, fazendo assim com que haja uma desaceleração da velocidade da água, alterando a energia cinética em energia potencial. De acordo com Gomes 2018, o ressalto hidráulico, sendo ele livre ou submerso formado a jusante de barragens, acaba gerando ondas. Essas ondas podem se propagar para jusante da barragem e provocar erosão das margens dos rios, devido ao embate das mesmas sobre a margens. Como exemplo, podemos falar de processos erosivos em margens do rio Jacuí próximo a Usina Hidrelétrica (UHE) de Dona Francisca, situada no município de Palma/RS, e nas margens do rio Madeira próximo a Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, situada em Porto Velho/ RO.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacias de dissipação, Vertedouros, Ressalto Hidráulico

## **METODOLOGIA**

Os ensaios foram realizados um modelo físico reduzido que representa um modelo parcial de um vertedouro em degraus com 2,45 m de altura, 0,40 m de largura e um canal a jusante com 5 m de comprimento. Ao longo do canal foram implementadas três sondas do tipo

capacitiva, para a realização das medições de elevação da superfície livre da água, sondas essa, posicionadas perpendicularmente ao sentido de propagação das ondas.

No trabalho realizado por Gomes em 2018, foram simuladas vazões no modelo que variaram de 40l/s a 80l/s. A medição da elevação da superfície livre da água foi realizada em uma posição ao final do ressalto hidráulico livre. A determinação do local de posição da sonda foi de acordo com comprimento do ressalto hidráulico, obtida pela Equação 1, conforme MARQUES et al., 1997, apud. CONTERATO, 2014, por ser a mais conservadora, no âmbito de levar ao maior comprimento do ressalto. Por esse motivo a Equação 1 foi escolhida para definir o lugar de medição.

$$L_j = 8,5 \cdot (y_2 - y_1). \quad (1)$$

Onde:  $L_j$  é o comprimento do ressalto hidráulico,  $y_2$  altura denominada lenta e  $y_1$  altura denominada rápida.

Para a realização da análise do registro de ondas no domínio do tempo, foi utilizado o software desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), de Portugal, denominado SAM (Simulação da Agitação Marítima). O método de análise no domínio do tempo é sensível à definição do critério de contagem de ondas e os resultados podem divergir significativamente em função dos critérios adotados. A contagem de ondas através da aplicação SAM, mais especificadamente no módulo de análise MOD 6, consiste em identificar as passagens consecutivas do nível de água pelo nível médio no sentido escolhido, ascendente ou descendente. Para este trabalho foi adotado o critério ascendente de 4 pontos, sendo os parâmetros de período significativo ( $T_s$ ) e período média ( $T_{méd}$ ), altura significativa ( $H_s$ ), altura média ( $H_{méd}$ ) das ondas obtidos através do mesmo.

## RESULTADOS

Nas figuras 1(a) e (b) são apresentados os resultados obtidos para o parâmetro de período significativo e médio das ondas para vazões que variaram de 40 l/s a 80 l/s.

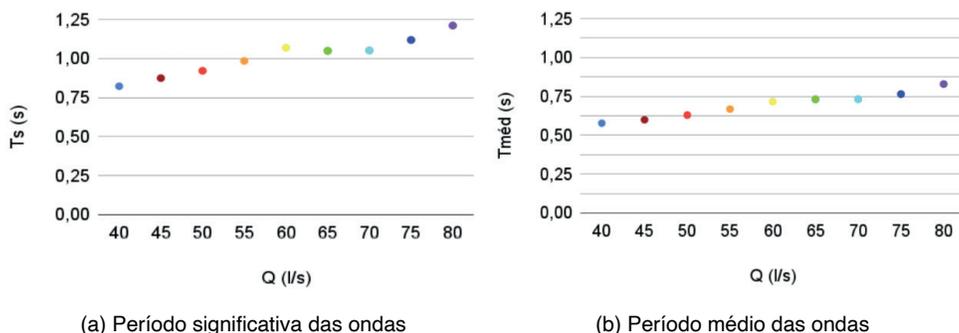


Figura 1 – Períodos das ondas geradas por ressalto hidráulico livre

Nas figuras 2(a) e (b) são apresentados os resultados obtidos para o parâmetro de altura significativa e média das ondas para vazões que variaram de 40 l/s a 80 l/s.

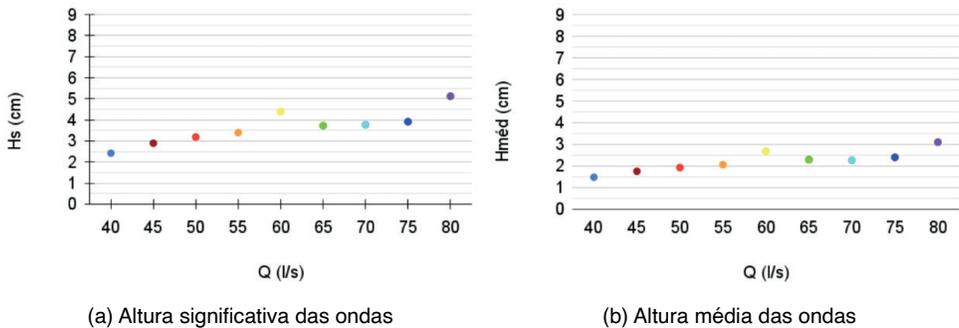


Figura 2 – Altura das ondas geradas por ressalto hidráulico livre

Analisando os resultados gerados através dos gráficos (Figuras 1(a) e (b)) para período significativo e médio das ondas, (Figura 2(a) e (b)) para altura significativa e média observa-se que ambos aumentam conforme ocorre um acréscimo de vazão. Além disso, observa-se, também, que o período e altura de onda significativa é maior que o período e altura médio das ondas. Este fato pode ser entendido pelo fato de todas as ondas do registro terem sido consideradas para o cálculo de Tmed e Hmed em contraposição à consideração de apenas um terço dos maiores períodos de ondas, no cálculo de Ts e Hs.

## CONCLUSÕES

A análise dos parâmetros característicos das ondas, período e altura significativo e médio, resultante para a condição de ressalto hidráulico livre, demonstrou uma relação com o parâmetro de vazão escoada no modelo. O trabalho ainda se encontra em andamento, posteriormente será realizada uma relação dos períodos característicos das ondas com as alturas significativa e média das ondas. Tais características são fundamentais para o dimensionamento de obras para a proteção de margens. No entanto, o conhecimento de tais características das ondas geradas por dissipadores de energia por ressalto hidráulico livre são escassas.

## REFERÊNCIAS

GOMES, A. P. (2018). “Efeito de ondas em margens a jusante de dissipadores de energia por ressalto hidráulico”. Tese de Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – UFRGS/IPH.

CONTERATO, E. “Determinação de Critérios de Dimensionamento de Soleira Terminal em Bacia de Dissipação a Jusante de Vertedouro em Degraus”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

PORTO, R.M. Hidráulica Básica. 3. ed. São Carlos: EESC-SP, 2004.

HUGHES, S.A. “Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering”. Advanced Series on Ocean Engineering. EUA. Vol. 7. 2005.

HAGER, W.H. “Energy Dissipators and Hydraulic Jump”. Water Science and Technology Library. Published by Kluwer Academic Publishers. 1992.

# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SÃO LUÍS, MARANHÃO E SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NOS ANOS DE 2006-2007 E 2023

*Data de submissão: 13/05/2024*

*Data de aceite: 01/07/2024*

### **Flávia Rebelo Mochel**

Laboratório de Manguezais e Centro de Recuperação de Manguezais - LAMA/CERMANGUE, Universidade Federal do Maranhão- UFMA, Depto. Oceanografia e Limnologia - DEOLI, São Luís-Maranhão  
<https://orcid.org/0000-0001-5911-3171>

### **Djenane Coimbra Teixeira Mendes**

Tribunal de Justiça do Maranhão - TJMA, São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/4479937868097627>

**RESUMO:** O direito à água e ao saneamento básico é reconhecido internacionalmente como um direito humano fundamental. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) é uma das 17 metas globais estabelecidas pelas Nações Unidas, como parte da Agenda 2030, que preconiza garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. A presente pesquisa constituiu-se de duas etapas: 1) realizada nos anos de 2006 e 2007, com coleta de dados de campo e 2) uma atualização até o ano de 2023 com análise textual e introdução de novos acréscimos. Nos resultados, de 2006 e 2007, verificou-se que o aumento das chuvas estava significativamente correlacionado com o aumento das diarreias

agudas, mas sem correlação com a Hepatite A. Apesar dos avanços realizados em quase duas décadas, entre 2006 e 2023, os resultados das amostras com teor de cloro residual, o pH, estão, em desacordo com a legislação indicam que a rede de distribuição possui, ainda, problemas de manutenção e operação da estrutura, desde a captação até a distribuição à população. A contaminação eventual e pontual, também pode ocorrer pois a rede de distribuição, encontra-se, em diversos locais, com perfurações clandestinas. Recomenda-se que o município de São Luís aumente suas políticas públicas ambientais e parcerias com instituições públicas e privadas, para uma gestão mais efetiva dos recursos hídricos, e que os setores públicos, a sociedade civil, e entidades privadas aumentem o investimento em educação ambiental. A presente pesquisa visa oferecer, além do diagnóstico da qualidade da água de consumo humano fornecido pelos sistemas de abastecimento público na área urbana de São Luís, subsídios para identificação de riscos à saúde humana no consumo de água em desacordo com os padrões de potabilidade e medidas corretivas necessárias.

**PALAVRAS-CHAVE:** ODS 6; qualidade da água; saneamento básico;

## WATER SUPPLY SYSTEMS IN SÃO LUÍS, MARANHÃO AND SOCIO-ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN THE YEARS 2006-2007 AND 2023

**ABSTRACT:** The right to water and sanitation is internationally recognized as a fundamental human right Sustainable Development Goal 6 (SDG 6) is one of the 17 global targets established by the United Nations as part of the 2030 Agenda, which calls for ensuring the availability and sustainable management of water and sanitation for all. The present research consisted of two stages: 1) carried out in 2006 and 2007, with field data collection and 2) an update until 2023 with textual analysis and introduction of new additions. In the results, from 2006 and 2007, it was found that the increase in rainfall was significantly correlated with the increase in acute diarrhea, but without correlation with Hepatitis A. Despite the advances made in almost two decades, between 2006 and 2023, the results of samples with residual chlorine content, the pH, are, in disagreement with the legislation, indicate that the distribution network still has problems with the maintenance and operation of the structure, from collection to distribution to the population. Occasional and punctual contamination can also occur because the distribution network is in several places with clandestine drilling. It is recommended that the municipality of São Luis increase its environmental public policies and partnerships with public and private institutions for a more effective management of water resources, and that the public sectors, civil society, and private entities increase investment in environmental education. The present research aims to offer, in addition to the diagnosis of the quality of water for human consumption provided by the public supply systems in the urban area of São Luís, subsidies for the identification of risks to human health in the consumption of water in disagreement with the standards of potability and necessary corrective measures.

**KEYWORDS:** SDG 6; water quality; sanitation

### INTRODUÇÃO

O direito à água e ao saneamento básico é reconhecido internacionalmente como um direito humano fundamental. Em 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou uma resolução que reconhece explicitamente o direito humano à água potável e ao saneamento seguro. Essa resolução destaca que o acesso à água potável e ao saneamento é essencial para a realização de todos os direitos humanos. As mudanças climáticas podem afetar significativamente a disponibilidade e a qualidade da água, aumentando a frequência e a gravidade de secas, inundações e outros eventos climáticos extremos. Isso pode complicar ainda mais os esforços para fornecer acesso sustentável à água potável e ao saneamento básico.

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) é uma das 17 metas globais estabelecidas pelas Nações Unidas como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. O ODS 6 se concentra especificamente em garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. Entre os principais elementos relacionados ao direito à água estão a acessibilidade, a disponibilidade e a qualidade. Isso significa que todas as pessoas têm direito à água potável em quantidade e qualidade suficientes para suas demandas e que os Estados têm obrigação de garantir o suprimento de água limpa, protegendo as fontes de contaminação.

Quanto ao saneamento básico, o direito das pessoas envolve a acessibilidade, higiene, e a não-discriminação, implicando que qualquer pessoa tem direito à garantia de condições higiênicas consoantes com a saúde pública, ao uso de banheiros e sistemas de tratamento de esgotos dignos, independentemente de sua condição econômica, social, ou de qualquer outro tipo. É obrigação e dever dos Estados assegurar o acesso à água potável e ao saneamento básico para todos, garantir sua distribuição de forma não discriminatória e promover a participação das comunidades e pessoas vulneráveis nas tomadas de decisões quanto à gestão dos recursos hídricos e do saneamento.

A garantia desses direitos não é apenas uma questão ética, mas também é fundamental para a promoção da saúde, dignidade humana e igualdade. Em muitos casos, a falta de acesso à água potável e ao saneamento básico está ligada a questões de pobreza, desigualdade social e falta de desenvolvimento sustentável. A promoção desses direitos é, portanto, uma parte crucial do esforço global para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6, que se concentra em água limpa e saneamento

A saúde é um direito social fundamental estabelecido na Constituição Federal do Brasil na Lei nº 8.080/90, que reconhece ser um direito de todos e um dever do Estado. A água é um elemento fundamental à vida, sendo necessária para que a pessoa possa desenvolver suas atividades normais e para o crescimento econômico de um povo, devendo atingir a todos de forma integral, além de encontrar-se presente em proporções elevadas no organismo de todos os seres vivos. Para tanto, é indispensável que seu consumo esteja dentro dos padrões de potabilidade exigidos pelo Anexo XX da Portaria 05/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

O Estado do Maranhão possui como empresa de abastecimento de água a Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA, sociedade por ações, em regime de economia mista, com capital autorizado, constituída em conformidade com o disposto na Lei Estadual nº 2.653, de 06 de junho de 1966 e ainda a Lei nº 3.886, de 03 de outubro de 1967. (CAEMA. 2007). A CAEMA tem como objetivo social, a promoção de saneamento no Estado e a exploração dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotos sanitários tratamento da água bruta.

Em 2007, a Inspeção sanitária integrava as diversas ações inerentes à Vigilância da Qualidade da água para consumo humano. Tais ações eram adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública para garantir que a água consumida pela população atendessem ao padrão consistente na legislação sanitária vigente – pela antiga Portaria MS nº 518/04, assim como fossem avaliados os riscos que a mesma representava para a saúde humana. Assim como as inspeções, as atividades de cadastro e o plano de monitoramento da qualidade da água consumida, permite a obtenção de indicadores para o desenvolvimento de sistemas de vigilância da qualidade da água e a identificação de fatores de risco e populações vulneráveis, expostas ao risco (consumo de água). O objetivo da inspeção era

avaliar *in loco* cada etapa ou unidade do processo de produção, fornecimento e consumo de água, bem como identificar fatores de risco. Segundo o Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente, a Inspeção Sanitária, constitui a verificação *in loco* da fonte de água e de todas as instalações e equipamentos de um sistema de abastecimento, suas condições e procedimentos de operação e manutenção, visando avaliar a suficiência de todos esses componentes para produzir e fornecer, sob condições seguras, água para consumo humano. (CEPIS, 2001 )

## **METODOLOGIA**

A presente pesquisa constituiu-se de duas etapas. A primeira, foi realizada nos anos de 2006 e 2007, e representa, nesse artigo, uma parte dos resultados de dissertação de Mestrado em Saúde e Ambiente, com trabalhos de campo. A segunda etapa representa uma atualização até o ano de 2023 com introdução e análise textual, acréscimo de novos dados, nova abordagem e discussão a partir dos novos documentos oficiais surgidos após a pesquisa de 2007.

Durante o período de 2006 a 2007 a pesquisa foi realizada por meio de atividades de campo, laboratório e por um estudo transversal descritivo, de busca e análise textual, que abrangeu a área urbana do município de São Luís. A amostragem foi baseada em um pequeno grupo de elementos, durante uma pesquisa de mestrado sobre a qualidade da água de sistemas de abastecimento de São Luís, nesse período. Os dados obtidos por amostragem e por pesquisa bibliográfica em 2006-2007, foram discutidos com dados de literatura de 2021, 2023 fornecidos por documentos oficiais, acadêmicos e pelos relatórios da Companhia de Água e Esgotos (CAEMA) do município de São Luís.

## **Área de Estudo**

O Município de São Luís está situado na ilha de São Luís, Estado do Maranhão, localizado a 2°31' S e 44°18' W, apresenta uma área de 822,1km<sup>2</sup>, que corresponde aproximadamente a 0,24% do território do Estado. A área urbana de São Luís está inserida no contexto das principais bacias hidrográficas da Ilha de São Luís, a Bacia do rio Anil e Bacia do rio Bacanga (FIGURA 1) . Nas bacias do Rio Anil e rio Bacanga ocorreu um estrangulamento no abastecimento de água potável, especialmente para os bairros situados na porção mais central da cidade, além de problemas de esgotamento sanitário em virtude do uso e ocupação desordenado do espaço (FIGURA 2). Esse fato promoveu o crescimento urbano, nesses bairros, sem conexão à rede de distribuição da CAEMA o abastecimento e esgotamento sanitário desordenados repercutiu de forma negativa na qualidade da água para consumo humano. O sistema de abastecimento de água para consumo humano no município de São Luís advém, desde 2008, dos Sistemas Italuís, Sacavém e Paciência, uma vez que o Sistema Olho D'Água foi desativado durante o ano de 2007 (CAEMA, 2021).



A qualidade da água dos mananciais Rio Itapecuru, Barragem do Batatã e demais nascentes é regulamentada com base na Resolução CONAMA 357/05, sendo também responsável por este monitoramento a Secretaria de Estado do Meio de Meio Ambiente – SEMA. A CAEMA desempenha o controle dos referidos mananciais, através do monitoramento dos parâmetros químicos de acordo com o Anexo XX da Portaria 05/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, Segundo a CAEMA, o controle Hidrobiológico é realizado nos Sistemas de Abastecimento de Água de São Luís e do interior do Estado, e os resultados das análises da Água Tratada são disponibilizados na conta de água, enviada mensalmente aos seus clientes

### *Seleção e coleta das amostras em acmpo e procedimentos gerais*

Para análises da qualidade de água utilizaram-se as amostras de água coletadas em 07 bairros selecionados entre o total dos bairros da área urbana de São Luís, de acordo com o Plano de Monitoramento de amostras definidos pela Vigilância em Saúde Ambiental do Município e aprovados pela Vigilância em Saúde Ambiental do Estado, sob a responsabilidade da CAEMA. Para a seleção destes bairros, contabilizou-se o levantamento realizado na Superintendência de Epidemiologia e Controle de Doenças, da Secretaria Municipal de Saúde de São Luis, nos sistemas Monitoramento de Doenças Diarréicas Agudas – MDDA e SINAN – Sistema de Informações de Agravos de Notificação, para a ocorrência de doenças de veiculação hídrica por bairros e por meses a partir do ano de 2007, para diarreias e também para a ocorrência das hepatites tipo A, nesses mesmos bairros no período de 2006 a 2007.

Durante os meses de janeiro a dezembro de 2006 coletaram-se 393 amostras e nos meses de janeiro a outubro de 2007, coletaram-se 627 amostras. Os Sistemas de Abastecimento analisados e avaliados foram o Sistema Italuís, Sistema Sacavém, Sistema Paciência e o Sistema Olho D'Água, todos abastecidos pela CAEMA. O Sistema Olho D'Água foi desativado no decorrer da pesquisa, portanto, os dados foram descartados da presente pesquisa

Para a coleta, foram utilizados sacos de plástico esterilizados da marca Nazco, de volumes 300ml com pastilha de tiosulfato (1,8% da concentração, para cada 100ml), para análise bacteriológica e sacos com volume de 100 ml para análise físico-químico, sendo que para estas análises se utilizou a quantidade de dois sacos de coleta de 100ml, totalizando um volume de 200ml, para cada amostra. Os equipamentos de leitura dos parâmetros usados em campo na coleta de amostras, o material utilizado na coleta de amostras de água para consumo humano, bem como os profissionais de saúde que participaram das coletas, das inspeções e a colaboração do Laboratório – LACEN, foram gentilmente cedidos pela Vigilância em Saúde Ambiental da Secretaria Municipal de Saúde de São Luis e da Secretaria de Saúde do Estado do Maranhão. Acompanhou-se as inspeções da

CAEMA nos anos de 2006 e 2007, registrando-se, para avaliação das não conformidades, a estrutura física das estações, o tratamento da água, até a sua distribuição e consumo, nos sistemas que abastecem a área urbana de São Luis

### *Procedimentos de laboratório*

Para análise físico-química e bacteriológica das amostras de água para consumo humano, foram utilizados os seguintes parâmetros com seus respectivos valores de referência para atendimento à norma de potabilidade da água de consumo humano, em qualquer ponto da rede de distribuição, segundo a Portaria 518/04, vigente no período de 2006 e 2007:

Turbidez: Valor máximo de 5,0 UT (unidade de turbidez); •pH (potencial hidrogênionico): mantido na faixa de 6,0 a 9,5; •Cloro: adicionado para desinfecção da água, valor mínimo de 0,2mg/l, e máximo de 2.0 mg/L; •Coliformes Totais: as amostras com resultados positivos foram analisadas para *E. coli* e/ou coliformes termotolerantes; Coliformes Termotolerantes: a análise de Coliformes totais e *Escherichia coli*, utilizou-se a cartela Colilert, conforme Standard Methods (1995). Para complementar as atividades de campo de coleta e inspeção nos sistemas, foram também realizadas visitas nos órgãos públicos: SES – Secretaria Estadual de Saúde, SEMUS – Secretaria Municipal de Saúde, CAEMA, FUNASA – Fundação Nacional de Saúde, para coleta de dados sobre os sistemas de abastecimento, dados epidemiológicos da área urbana de São Luís, perfil socioambiental dos bairros com maior ocorrência de diarreia e hepatite A, e dados gerais da pesquisa. Para análise de dados, aplicou-se o teste estatístico de Correlação de Spearman para avaliar a influência do período chuvoso no número de ocorrências de diarreia e hepatite A, nos bairros previamente relacionados para esta pesquisa

## **RESULTADOS**

Nos anos 2006 e 2007, o Sistema Produtor do Itapecuru, chamado Sistema Italuís, captava 2.300 l/s de água direto do rio Itapecuru, sendo recalçada através de 7200m de adutora de ferro fundido dúctil com diâmetro de 1200mm até a estação de tratamento. O sistema de tratamento era o tipo convencional: água atravessava os processos de floculação, decantação, pré-cloração, filtração, pós-cloração e correção de pH, fluoretação e distribuição. Após o tratamento, a água era armazenada em reservatório apoiado, sendo aduzida até a câmara de transição instalada no bairro Tirirical, para distribuição à população.

O Sistema Produtor do Sacavém era abastecido por mananciais superficiais como a represa do Batatã, o Rio da Prata, o Riacho Mãe Isabel, além de captação subterrânea (constituída por 14 poços tubulares profundos em operação e mais três sendo perfurados) que são conectados diretamente com o tanque de água tratada. A estação de tratamento, também do tipo convencional, consistia das seguintes etapas: floculação, decantação,

filtração, cloração e correção de pH. Após o tratamento a água seguia para um reservatório de onde era recalçada para o sistema de distribuição da Zona I. Como o Subsistema Produtor do Sacavém não possui vazão suficiente para suprir a demanda, a complementação é realizada pelo Sistema Produtor do Itapecuru.

Há, também, o Sistema Produtor Paciência, constituído por duas baterias de poços tubulares profundos localizados na bacia hidrográfica do Rio Paciência (Figura 1). Na primeira bateria existem oito poços, porém, apenas sete em operação. A água desses poços é aduzida por gravidade até o reservatório/ poço de sucção da estação elevatória Paciência I. Na segunda bateria, seis poços dos oito existentes estão em operação. A água é aduzida por gravidade até a estação elevatória do Paciência II.

A CAEMA contava, até 2006, com o abastecimento da Estação de Tratamento de Água – ETA do Olho D'Água (manancial superficial) e alguns poços tubulares profundos no bairro do Turú (manancial subterrâneo), utilizados para reforçar a produção da água, que era injetada diretamente na rede de distribuição. Foi desativada no segundo semestre de 2006 para manutenção e permanece inoperante até hoje.

A partir das análises realizadas com os casos de diarreia e hepatite em São Luís, foi possível observar a grande dificuldade que se tem para trabalhar com dados de saúde, principalmente nas regiões norte e nordeste do país, onde não existe a cultura de registro e há uma grande subnotificação do dado, que, do ponto de vista epidemiológico, é muito séria. A Tabela 1 apresenta os bairros com maior ocorrência de casos doenças de veiculação hídrica em São Luís nos anos de 2006 e 2007.

Bairros pesquisados	Diarreia Aguda (DA)	Relação ao total (DA) em São Luis (%)	Hepatite A (HA)	Relação ao total (HA) em São Luis (%)
Aurora/ Parque. Jaguarema	107	0,52	13	12,7
São Francisco	59	0,29	06	5,8
Vila Embratel	1141	5,65	06	5,8
Anjo da Guarda	1100	5,44	03	2,9
Coroadinho/ Coroadó	1470	7,27	04	3,9

Tabela 1. Número de casos de Diarreia Aguda (DA) e Hepatite A (HA) nos bairros selecionados nos estudo e relação percentual ao total do município de São Luís, nos anos 2006 e 2007.

Fonte: Os Autores, adaptado de: Coordenação Geral da ESF- Estratégia de Saúde da Família. Secretaria Municipal de Saúde de São Luis/MA, anos 2006 e 2007.

Verificou-se a relação entre o período climático, seco e chuvoso, no processo saúde – doença em São Luís. O fenômeno da precipitação é o elemento alimentador da fase terrestre do ciclo hidrológico e constitui, portanto, fator importante para os processos de escoamento superficial direto, infiltração, evaporação, transpiração, recarga de aquíferos e vazão básica dos rios. Nos projetos de drenagem, de construção de reservatórios de regularização (barragens) e outros, os dados de precipitação são muitas vezes necessários para o dimensionamento das obras e conduzem resultados mais seguros quanto melhor for sua definição (TUCCI, 1997).

Adicionalmente construiu-se a relação entre a precipitação pluviométrica no município de São Luis e sua influência na ocorrência de doenças de veiculação hídrica – diarreia e hepatite A - no ano de 2007, de acordo com os gráficos de notificação de diarreia nos 07 Distritos de Saúde de São Luis, distribuídos durante os 12 meses do ano de 2007, fornecidos pela Superintendência de Epidemiologia da Secretaria Municipal de Saúde de São Luís.

Os resultados encontrados demonstram a relação do aumento de casos de doenças (diarreia) no período chuvoso. No entanto, para os 104 casos de Hepatite A, notificados em São Luis no ano de 2007, pode-se observar que as ocorrências com maior incidência mantêm-se constantes. Para corroborar com as observações preliminares feitas diante dos resultados, sobre a relação entre a média pluviométrica e o número de ocorrências de casos de diarreia e hepatite A em São Luís, foi realizado testes estatísticos. A correlação entre a precipitação pluviométrica e as quantidades de casos de hepatite A, bem como entre a precipitação e a quantidade de casos de diarreia aguda no município de São Luís encontram-se na Tabela 2. Nota-se que a precipitação pluviométrica influenciou significativamente os casos de diarreia aguda em São Luís. Quanto aos casos de diarreia, no município de São Luís é significativa a relação do número de casos com a precipitação. Ou seja, quanto maior a quantidade de precipitação maior é a quantidade de casos de diarreia aguda no município. Não foi constatada relação entre o número de casos de hepatite A e a quantidade de precipitação pluviométrica (Tabela 2).

Variáveis	Correlação de Spearman	Valor
Precipitação pluviométrica x n° de casos de Hepatite A	Coeficiente de correlação	0,129
	p-valor	0,689
Precipitação pluviométrica x n° de casos de diarreia em São Luís	Coeficiente de correlação	0,739 <sup>*a</sup>
	p-valor	0,006

<sup>a\*</sup>Correlação significativa a 0,01 (1%)

Tabela 2 .Resultado da correlação de Spearman para a relação entre a precipitação pluviométrica e as doenças de veiculação hídrica levantadas neste estudo, nos anos de 2006 e 2007

Fonte: Os Autores

Na Tabela 3, foi testado, separadamente, por bairro (distrito), a correlação entre a precipitação pluviométrica e os casos de diarreia aguda (DA). O bairro de Bequimão, apresentou correlação significativa a 1% (p-valor<0,01), o de Itaquí-Bacanga, onde estão localizados os bairros do Anjo da Guarda e Vila Embratel, (com alto índice de casos de diarreia em São Luis) apresentaram correlação significativa a 5% (p-valor<0,05) e o bairro de Tirirical apresentou correlação significativa a 10% (p-valor<0,10). E todos com coeficientes positivos, ou seja, à medida que aumenta a quantidade de chuva, aumenta também a quantidade de casos de diarreia aguda. Os demais bairros não apresentaram correlação significativa, ou seja, a quantidade de chuva não interferiu na quantidade de casos de diarreia (Tabela 3). Verifica-se, na Tabela 3, que a precipitação pluviométrica influenciou significativamente os casos de diarreia aguda nos bairros do Bequimão, Itaquí-Bacanga e Tirirical.

Variáveis	Correlação de Spearman	Valor
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Vila Esperança	Coefficiente de correlação	0,399
	p-valor	0,198
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Bequimão	Coefficiente de correlação	0,897**a
	p-valor	0,000
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Centro	Coefficiente de correlação	0,492
	p-valor	0,104
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - COHAB	Coefficiente de correlação	0,448
	p-valor	0,144
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Coroadinho	Coefficiente de correlação	0,49
	p-valor	0,106
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Itaquí-Bacanga	Coefficiente de correlação	0,673**b
	p-valor	0,017
Precipitação pluviométrica x nº de casos de diarreia - Tirirical	Coefficiente de correlação	0,553***c
	p-valor	0,062

\*\*Correlação significativa a 0,01 (1%); \*\*\*Correlação significativa a 0,05 (5%); \*\*\*\*Correlação significativa a 0,10 (10%)

Tabela 3 . Resultado da correlação de Spearman para a relação entre a precipitação pluviométrica e diarreia aguda, nos anos de 2006 e 2007, em diferentes bairros do município de São Luís

Fonte: Os Autores

A diarreia constitui uma das principais causas de morbimortalidade em crianças menores de cinco anos de idade, principalmente em menores de um ano, e, por isso, é considerado um grave problema de saúde pública. (CORTEGUERA, 1986). Uma pesquisa sobre a poluição bacteriológica dos Rios Anil, Bacanga e Paciência, nas fases de enchente e vazante da maré, concluiu que que estes rios não poderiam ser utilizados para abastecimento de água da cidade e que a poluição bacteriológica fluvial contribuía como

principal causa das diarreias infantis em São Luis (LIAO et al.,1995). Importante esclarecer que, a CAEMA, faz o seu Plano de Monitoramento de coletas de amostras de água que é apresentado e aprovado pela Vigilância em Saúde Ambiental (Art.18, Portaria MS nº 518/04). Muitos bairros de São Luis não foram contemplados no Plano de Amostragem nos anos de 2006 e 2007. Ressalta-se, que os pontos de monitoramento são modificados, em média, de dois em dois anos, até que todos os bairros sejam contemplados na avaliação da água fornecida.

Durante 2006 e 2007, o Italuís foi o sistema de abastecimento que mais apresentou parâmetros fora dos padrões, principalmente quanto aos coliformes Totais e Termotolerantes. O sistema apresentou várias não conformidades detectadas durante inspeção, desde às suas instalações, da captação até à rede de distribuição de abastecimento de água (FIGURA 2 e FIGURA 3). O sistema Italuís, que capta água do Rio Itapecuru e abastece cerca de 75% da população de São Luis, já se encontrava defasado e com desgaste natural na adutora da reservação até São Luis. Apresentava indícios de comprometimento na sua estrutura, com rompimentos constantes, causando transtornos e intermitência no abastecimento, necessitando de manutenção ou troca para manter a integridade da água e evitar riscos de contaminação à população. A Figura 2 mostra o total de amostras analisadas e os resultados dos parâmetros fora dos padrões para cada mês coletado para o total de 248 amostras coletadas em 2006, no Sistema Italuís.

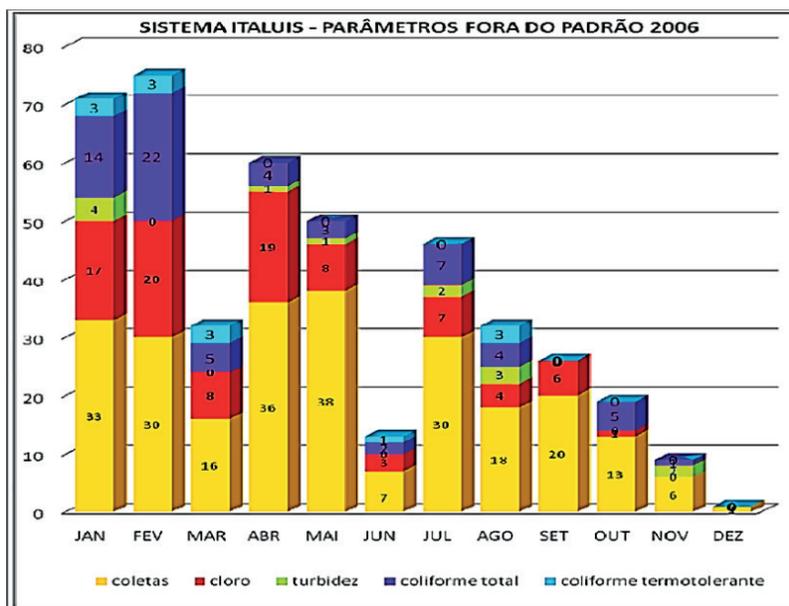


Figura 2. Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Italuís, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água no ano 2006 .

Fonte: VIGIAMB, 2007.

Em 2006, para o parâmetros fora dos padrões os resultados foram : cloro 93 amostras; turbidez 13 amostras; coliforme total 67 amostras; coliforme termotolerante 13 amostras. Esse resultado mostra as não conformidades encontradas durante a etapa do tratamento da água distribuída pelo sistema, que conseqüentemente ocasiona anomalias nos resultados das amostras de água coletadas na rede de distribuição.

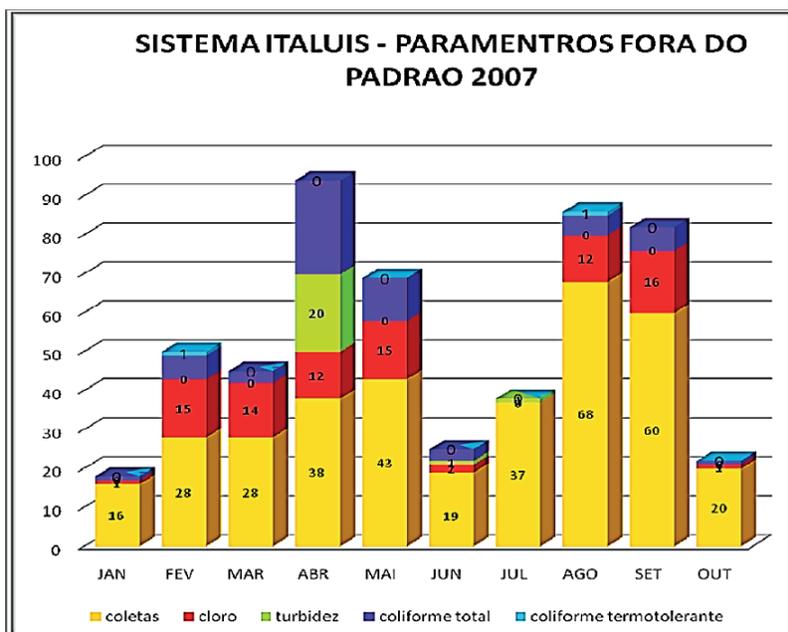


Figura 3. Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Italuís, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água no ano 2007

Fonte: VIGIAMB. 2007.

Em 2007, foi coletado um total de 357 amostras no Sistema Italuís durante os meses de janeiro a outubro, sendo que para as amostras fora dos padrões foram encontrados 88 resultados positivos para o cloro, 22 amostras para turbidez; coliforme total 60 amostras; coliforme termotolerante 02 amostras.

A água distribuída pelo Sistema Italuís encontrava-se com sérios problemas tanto no tratamento da água como também na manutenção das adutoras, devendo ser tomadas as medidas corretivas de acordo com as diretrizes do Manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água, editado pelo Ministério da Saúde. Além disso, a população abastecida, devia ser informada sobre possíveis riscos de adquirir doenças de veiculação hídrica e métodos de tratamento de água alternativos, até que a situação fosse sanada.

Entre os anos 2006 e 2007, o Sistema Sacavém era abastecido por mananciais superficiais da represa do Batatã, rio da Prata e Riacho Mãe Isabel e também por mananciais

subterrâneos atendendo à Zona de Abastecimento I. A Estação Elevatória destinada a recalcar as águas do Riacho Mãe Isabel para a Estação de Tratamento (ETA), no bairro do Sacavém e para recalcar água tratada. Linhas adutoras se interligavam individualmente a uma adutora comum por gravidade. Esta adutora encaminhava as águas captadas para o reservatório/poço de sucção da Estação Elevatória de Água Tratada, onde se juntavam as águas tratadas superficiais para serem cloradas e depois recalçadas para os reservatórios de distribuição da Zona I. A ETA – Estação de Tratamento de Água, apresentava capacidade nominal para tratamento de 600l/s, mas estava tratando aproximadamente 400 l/s. O tratamento era do tipo convencional: mistura rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração, fluoretação e desinfecção com cloro gás. Do total de 90 amostras de água para consumo humano coletadas na rede de distribuição do sistema de abastecimento do Sacavém, foram analisados os parâmetros preconizados pela Portaria 518/04: cloro, turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes, durante os meses de janeiro a dezembro de 2006 e 131 coletas nos meses de janeiro a outubro de 2007.

A Figura 4 demonstra os resultados para as amostras analisadas e os parâmetros fora dos padrões para cada mês coletado em 2006. Para cloro foram 25 amostras fora dos padrões; para turbidez foi 01 amostra; para coliforme total foram 24 amostras; para coliforme termotolerante, não houve amostras fora do padrão em 2006.

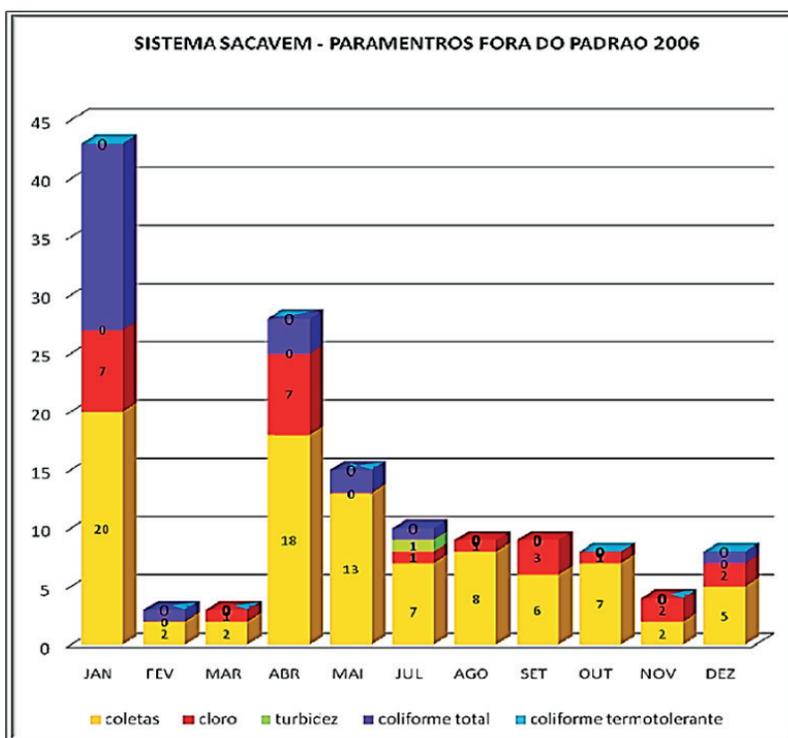


Figura 4 Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Sacavém, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água no ano 2006

Fonte.: VIGIAMB,2007.

As não conformidades encontradas nos resultados das amostras também demonstram falhas no processo de tratamento da água, como a manutenção do residual de cloro 0,2 mg/L na rede de distribuição e manutenção das adutoras. São deficiências perfeitamente sanáveis do ponto de vista técnico sanitário, uma vez que não houve presença de coliformes termotolerantes, que é um agravante e forte indicador de contaminação por bactéria fecal.

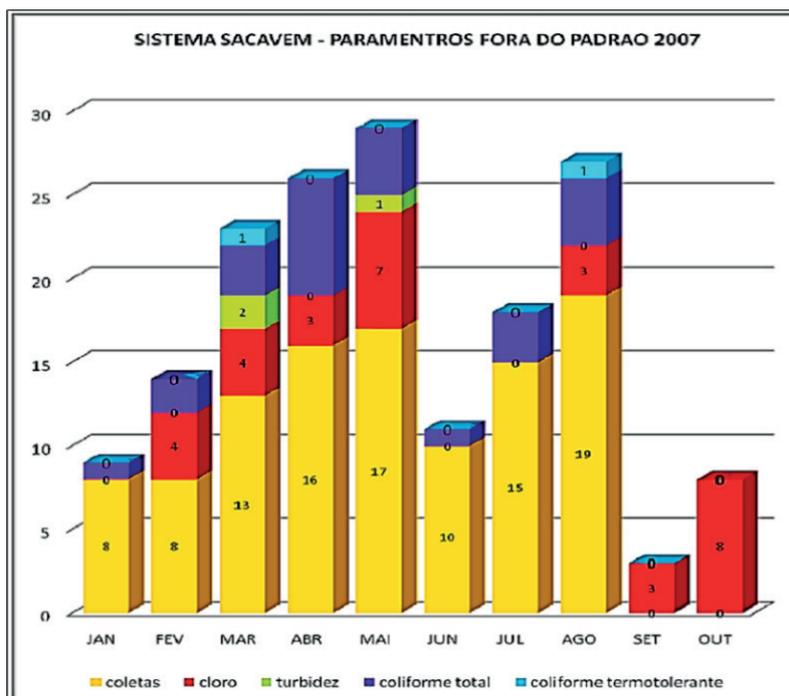


Figura 5 Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Sacavém, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água no ano 2007

Fonte.: VIGIAMB,2007.

Em 2007, do total de 131 amostras coletadas no sistema durante os meses de janeiro a outubro, os parâmetros fora dos padrões foram : cloro 32 amostras; turbidez 03 amostras; coliforme total 30 amostras; coliforme termotolerante não houve amostras fora do padrão. A observação deste gráfico de 2007, assemelha-se ao de 2006, pois as falhas no processo de tratamento de água, quanto à manutenção do residual de cloro no sistema Sacavém, era deficiente e não atendia aos padrões mínimos exigidos pela Portaria 518/04, devendo ter um monitoramento mais eficaz pelos responsáveis para evitar possíveis riscos à saúde da população que consome a água fornecida por esse sistema.

O Sistema Paciência atende à Zona de Abastecimento III e era constituído por duas baterias de poços tubulares profundos compondo os Sistemas Paciência I, com

somente 07 dos 08 poços estavam em funcionamento e Paciência II, com 06 poços em funcionamento. As águas do sistema Paciência II eram encaminhadas a uma Estação Elevatória de Água Bruta, e eram recalçadas para o tanque de contato na Estação Elevatória principal do Sistema Paciência I, onde recebiam desinfecção e fluoretação. Entre janeiro de 2006 e outubro de 2007 foram realizadas coletas na rede de distribuição do sistema de abastecimento do Paciência um total de 191 amostras de água para consumo humano, onde foram analisados os quatro parâmetros preconizados pela Portaria 518/04, para rede de distribuição: cloro, turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes. As coletas, como as demais, também foram realizadas de acordo com a programação de coletas do Plano de Amostragem definido pela Vigilância em Saúde Ambiental Municipal.

A Figura 6 mostra os resultados para as 52 amostras coletadas em 2006, na rede de distribuição do Sistema Paciência, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água. Do total de 52 amostras coletadas em 2006, obteve-se, para as amostras fora dos padrões de potabilidade: cloro 45 amostras; turbidez 03 de amostras; coliforme total 08 amostras; coliforme termotolerante não houve resultado positivo.

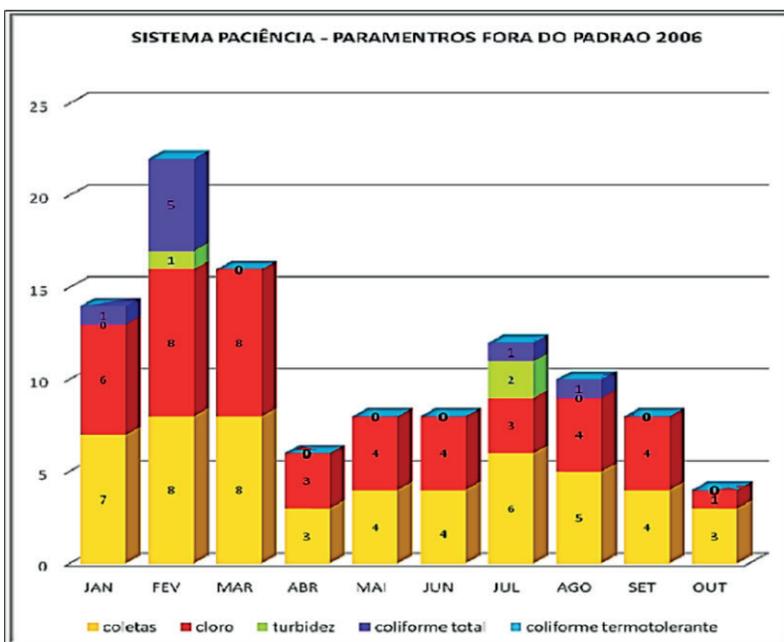


Figura 6 Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Paciência, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água nos anos 2006

Fonte.: VIGIAMB,2007.

Em 2007, foram coletadas um total de 139 amostras de janeiro a outubro, sendo que para as amostras fora dos padrões que para o parâmetro cloro foram 04 amostras fora dos padrões; para turbidez foram 04 de amostras fora dos padrões; para coliforme total foram 32 amostras fora dos padrões; para coliforme termotolerante foi 01 amostra fora do padrão (FIGURA 7).

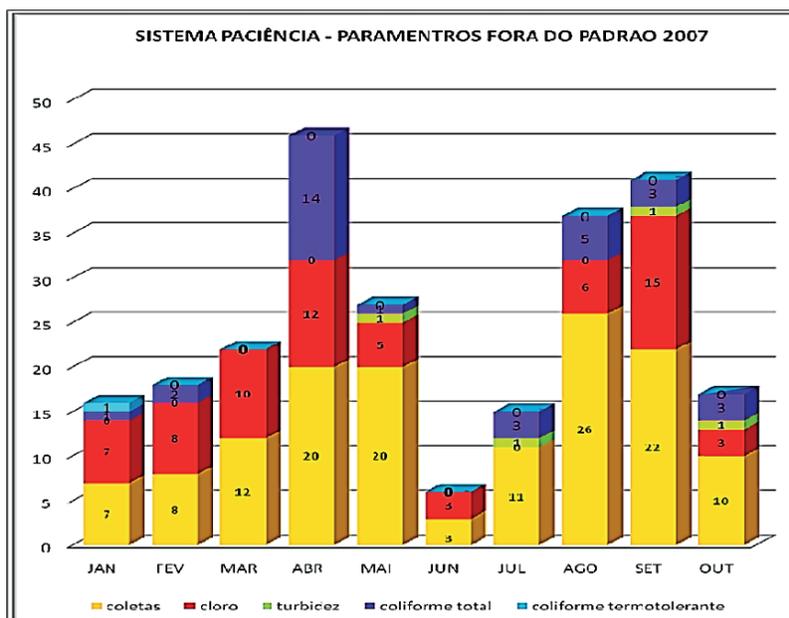


Figura 7. Resultados para amostras na rede de distribuição do Sistema Paciência, com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água nos ano 2007

Fonte.: VIGIAMB,2007.

Naquele ano teve uma redução considerável do quantitativo de amostras fora dos padrões para cloro, o que poderia significar uma melhoria no tratamento, na etapa da desinfecção com cloro. Entretanto, o número de amostras com coliforme total presente na rede ainda era elevado, podendo ser causado por falhas de manutenção das adutoras (FIGURA 7).

Em 2009, entre os problemas da CAEMA estavam as Estações de Tratamento de Esgotos do Jaracati e Bacanga e abandonadas e desativadas há pelo menos 3 anos, contribuindo para o lançamento de esgotos *in natura* para as praias. Foi elaborado um Planejamento Estratégico 2009-2013, com vários eixos de atuação, sendo uma das suas prioridades, a coleta e o tratamento de esgotos. No ano de 2010 a CAEMA iniciou a construção da Rede Interceptora do Sistema de Esgotamento Sanitário São Francisco e da Bacia do Bacanga, para ampliar a coleta de esgotos no município de São Luís. Em 2011, há mudança na Portaria que estabelece os padrões e demais procedimentos da

qualidade e potabilidade da água para consumo humano para a nova Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. Segundo a CAEMA, os recursos das obras do PAC ampliaram as obras de água e saneamento. Realizou-se a hidrometração (micromedição) para redução do índice de perdas de água em São Luís, remanejando-se 19 km de adutora do Sistema Italuís instalando-se mais de cem mil novos hidrômetros. Por outro lado, os processos de ocupação urbana e industrial da Ilha de São Luís, por uma população aproximada de 1,3 milhões de habitantes, acarretou o aumento da contaminação de suas bacias hidrográficas que passaram a receber cerca de 3 a 5 m<sup>3</sup>/s de esgotos “in natura” (MACEDO, 2012).

O Sistema de Abastecimento do Paciência, em 2018, encontrava-se ameaçado pelo lixão de Paço do Lumiar, que contaminava o solo, comprometendo as atividades residenciais e agrícolas, inclusive com presença de metais acima do valor permitido VMP pela Resolução CONAMA nº 420, de 2009 (PINHEIRO & MOCHEL, 2018). Além disso, verificava-se a intensa degradação do Rio Paciências e seus afluentes (CASTRO & PEREIRA, 2016). O estado de degradação e poluição das bacias hidrográficas da Ilha foi se enquadrando como um processo contínuo e progressivo, levando a um déficit no fornecimento e qualidade da água dos sistemas de abastecimento, com o sistema do Sacavém já em colapso. (BARROS E BANDEIRA, 2020). O lançamento de esgoto doméstico *in natura* nos rios e riachos da ilha é a causa principal da contaminação e redução da qualidade da água (BARROS E BANDEIRA, 2020).

Em 2017, uma nova mudança passou o Anexo XX da Portaria 05/2017 do Ministério da Saúde a estabelecer os padrões de qualidade e potabilidade da água para consumo humano. E, no ano de 2021, esse Anexo XX da Portaria 05/2017, foi alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, estabelecendo os padrões e demais procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade e potabilidade da água para consumo humano.

Em 2021, a CAEMA expressou em seu Relatório de Qualidade da Água (CAEMA, 2021) que os mananciais do Itapecuru e do Batatã vinham sofrendo significativo desmatamento de suas matas ciliares, sendo que o Rio Itapecuru, recebia, ainda, os impactos do assoreamento e lançamento de esgotos ao longo de sua extensão. A CAEMA (2021) ressaltou, ainda, a possibilidade de contaminação do manancial do Itapecuru pela existência de atividades agrícolas e agropecuárias com uso de defensivos agrícolas em sua rede de drenagem, mas, que, até então, a qualidade da água dos rios era apropriada para tratamento e distribuição para consumo humano (CAEMA, 2021). A Companhia informou, também, sobre a existência de projetos para recuperação de matas ciliares nas nascentes e margens do Rio Itapecuru. Nesse relatório de Qualidade da água, a CAEMA apresenta o Quadro 1, no qual evidencia-se, por meio dos parâmetros analisados, que, em 2021 não se comprovou contaminação por elementos e/ou substâncias químicas indesejáveis. A CAEMA, efetua o controle da qualidade das águas dos mananciais superficiais e subterrâneos (poços) e da rede de distribuição, de acordo com os parâmetros exigidos no anexo XX da Portaria 05/2017, do Ministério da Saúde. A qualidade da água dos mananciais Rios:

Itapecuru, da Prata, Riacho Mãe Isabel e Barragem do Batatã é regulamentada com base na Resolução nº 357/05 e nº 430/11 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), sendo responsável também por este monitoramento a Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA. A água produzida e distribuída por Sistemas de Abastecimento de Água supridos por poços tubulares profundos é submetida a processo de desinfecção, e os supridos por mananciais superficiais é submetida a processos de tratamento (QUADRO 1).

NÚMERO DE AMOSTRAS ANALISADAS - ANO 2021															
ANO	Turbidez			Cor			Cloro Residual			Coliformes Totais			Coliformes Termotolerantes		
	Exigidas	Analisadas	Em conformidade	Exigidas	Analisadas	Em conformidade	Exigidas	Analisadas	Em conformidade	Exigidas	Analisadas	Em conformidade	Exigidas	Analisadas	Em conformidade
2021	12861	14787	13623	12861	14787	13623	12493	14660	13030	12626	14787	13623	7965	14487	14361

Quadro 1. Qualidade da água do Sistema Italuís, em 2021 segundo relatório fornecido pela CAEMA.

Fonte: CAEMA, 2021

Os resultados apresentados no Quadro 1 referem-se a análises de coletas realizadas de janeiro de 2021 a agosto de 2021, para os parâmetros: Turbidez, pH, Cor, Cloro Residual Livre, Coliformes Totais e Escherichia coli (Termotolerantes) Os resultados comparados de acordo com o padrão de potabilidade da Portaria Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Uma detalhada compilação de dados encontra-se no Resumo Executivo 4, realizado para a elaboração do Plano Setorial de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário de São Luís – PSAESL, e entregue em 2023 durante convênio entre a Vale S.A. o Estado do Maranhão, a Prefeitura de São Luís e Tractebel engenharia, para futura execução.

Nesse Resumo Executivo (VALE, 2023) os resultados para o Sistema Italuís, no ano de 2021, demonstram que, a partir de, cerca 590 testes mensais, retiradas de amostras coletadas em diferentes pontos do sistema de distribuição, nenhuma amostra analisada em janeiro apresentou resultados em desconformidade com o padrão de potabilidade para os parâmetros turbidez, cor, pH e Escherechia coli. (VALE, 2023) Em abril, entre 606 amostras analisadas, o cloro apresentou 25 amostras abaixo da concentração recomendada. Em todos os meses analisados em cerca de de 5 a 6 amostras apresentaram coliformes totais na média de 590 testes mensais. Em amostras analisadas pelo município, os mesmos resultados foram encontrados e a ocorrência de coliformes totais se deram nos mesmos locais, nas regiões de Angelim, Bequimão e Maranhão Novo. Esses resultados sugerem contaminação por coliformes totais na rede de distribuição desses bairros, e,não, problemas operacionais na ETA (VALE, 2023)

Em 2021, no Sistema Sacavém, cerca de 181 testes mensais foram realizados a partir de amostras retiradas em diferentes pontos do sistema de distribuição. Os resultados mostraram que não houve amostras em desconformidades com o padrão de potabilidade para os parâmetros testados, com exceção de coliformes totais. Entre fevereiro a agosto de 2021 cerca de 1% a 2% das amostras testadas apresentaram coliformes totais. Em fevereiro foi informado que as análises com coliformes foram obtidas dos bairros Cambaia e Outeiro da Cruz. Isso não foi descrito nos outros meses (VALE, 2023)

O Sistema Paciência, em 2021, apresentou as maiores desconformidades dos sistemas de abastecimento estudados. Foram mais 863 análises no total, obtidas em diferentes pontos da rede de distribuição, o pH da água captada, de todas as amostras testadas em 2021, estavam fora do padrão de potabilidade. Esse é um grande problema, pois, apesar de contar com calagem para correção do parâmetro Ph, esse parâmetro não atendeu o padrão de potabilidade em nenhuma das análises. Segundo ainda, encontra-se no Resumo Executivo da VALE (2023) Que em abril de 2021, dois terços dos testes não atingiram a concentração mínima de cloro residual livre na rede de distribuição, mas que isso pode ter sido um erro operacional pois não ocorreu nos meses seguintes. É importante ressaltar que a questão da não conformidade do cloro foi um problema recorrente nas amostras testadas, nos anos de 2006 e 2007, nos três sistemas de abastecimento discutidos na presente pesquisa (as Autoras). Quanto aos coliformes totais, no Sistema Paciência em 2021, ocorrem em torno de 4 amostras por mês em pontos da rede de abastecimento do Sistema Paciência. Apenas de março e junho, observa-se a recorrência da localidade Cohab Anil IV entre as regiões de ocorrências de coliformes totais Nenhuma amostra analisada apresentou resultados em desconformidade com o padrão de potabilidade para os parâmetros turbidez, cor e Escherichia coli.

De acordo com o Relatório de Sustentabilidade disponibilizado no site da CAEMA, 2021 (ULTIMO DISPONÍVEL NO SITE) DESCARTE DE EFLUENTES A Companhia tem dois tipos de descarte de efluentes. O primeiro tipo é o efluente de sistemas de esgotamento sanitário, o qual, na presença de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), é convertido em efluente tratado e volta destinado ao corpo receptor, de acordo com o estabelecido na legislação vigente – CONAMA N°430/2011. Em 2020, a Companhia investiu na ampliação da coleta de esgoto e melhoria de diversas ETE's em São Luís. O segundo tipo diz respeito ao residual das Estações de Tratamento de Água (ETA), proveniente da lavagem dos decantadores e filtros. A Produção de água para abastecimento também aumentou com a participação de novos sistemas, além do aumento dos poços isolados (VALE, 2023), o Sistema Cidade Operária e o Sistema São Raimundo ampliaram o atendimento de água para a comunidade (FIGURA 8). Entretanto, é importante ressaltar que o excesso de perfuração de poços para obtenção de água pode aumentar a salinização dos aquíferos, especialmente considerando as áreas costeiras e as implicações das mudanças climáticas (MOCHEL, et al., 2020).

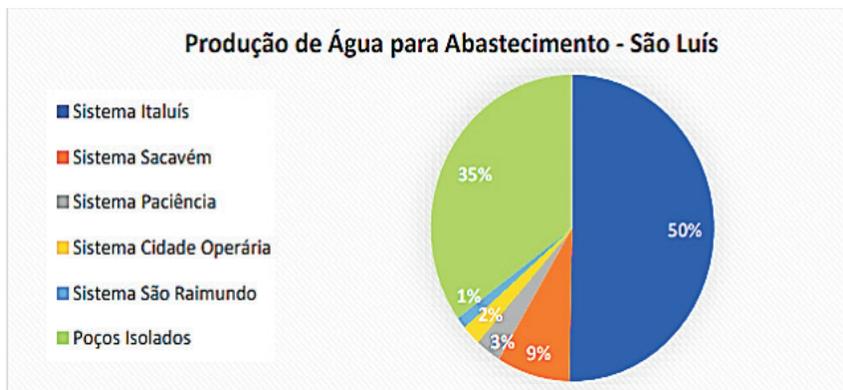


Figura 8 – Participação de cada sistema na produção de água no abastecimento de São Luís. Fonte: VALE, 2023

Verifica-se que no convenio assinado entre a Vale S.A. o Estado do Maranhão, a Prefeitura de São Luís e Tractebel engenharia, para futura execução do Plano Setorial de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário de São Luís – PSAESL, busca-se um esforço conjunto de superar os desafios impostos pela dificuldade da manutenção das estruturas de água e saneamento na atual conjuntura de Mudanças Climáticas, especialmente com o aumento dos adensamentos populacionais de baixa renda e de moradias precárias. Principalmente nas regiões com menores índices de abastecimento de água e saneamento básico do país, as parcerias entre setores públicos e privados e o avanço tecnológico mostram-se fundamentais para atingir as metas estabelecidas entre governos , para a melhor qualidade da vida, como recomenda a Agenda 2030 (MOCHEL e MARTINS, 2023).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos avanços realizados em quase duas décadas, entre 2006 e 2023, acredita-se que com o atual abastecimento de água e a situação do saneamento expostos na presente pesquisa, a população de São Luís ainda está possivelmente exposta ao risco de doenças e outros agravos à saúde. Encontram-se, ainda, falhas no processo de tratamento e distribuição quanto à potabilidade da água consumida. Os resultados das amostras com teor de cloro residual em desacordo com a legislação indicam que a rede de distribuição possui problemas de manutenção, conservação e operação da estrutura, desde a captação até a distribuição à população, que assegure o abastecimento público de qualidade. Além disso, , também pode ocorrer uma contaminação eventual e pontual, uma vez que a rede de distribuição encontra-se, em diversos locais, com perfurações clandestinas.

Nesse estudo, realizou-se, entre 2006 e 2007 uma correlação entre as ações de saneamento ambiental e a saúde da população, utilizando como ferramenta a vigilância

epidemiológica, verificando-se que o aumento das chuvas está significativamente correlacionado com o aumento das diarreias agudas, mas não tem correlação com a Hepatite. Recomenda-se intensificar as ações do Programa VIGIAGUA – Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, para garantir o fornecimento de água com qualidade à população.

É necessário que o município de São Luis aumente suas políticas públicas direcionadas aos problemas ambientais e estabeleça mais parcerias com instituições públicas e privadas, como o caso da PSASEL, e outras para fazer a gestão mais efetiva do meio ambiente e da qualidade de vida. Os setores públicos e governamentais, a sociedade civil, e entidades privadas devem aumentar o investimento em campanhas de educação ambiental quanto aos recursos hídricos, esclarecer a população sobre a importância de se manter a qualidade da água consumida, a prevenção de riscos à saúde principalmente no período chuvoso, uma vez que as soluções para as questões hídricas não se baseiam somente em aplicação de técnicas para captação, armazenamento e preservação da água, a solução também envolve o interesse público e o envolvimento da sociedade. A presente pesquisa visa oferecer, além do diagnóstico da qualidade da água de consumo humano fornecido pelos sistemas de abastecimento público na área urbana de São Luis, subsídios para identificação de riscos à saúde humana no consumo de água em desacordo com os padrões de potabilidade medidas corretivas necessárias.

## REFERÊNCIAS

ANJOS NETO, S. P. **Aspectos históricos e diagnóstico técnico operacional do sistema de esgotos sanitários** de São Luís. São Luís: [s.n], 2006

BARROS, J.S. ; BANDEIRA, C.N. **Geodiversidade da ilha do Maranhão** / Organização [de] José Sidney Barros [e] Íris Celeste Nascimento Bandeira. – Teresina : CPRM, 2020. 149 p. : il. Levantamento da geodiversidade: nota explicativa

CAEMA - **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental** 18 a 23 de setembro de 2005 - Campo Grande/MS

CAEMA. Companhia de Água e Esgotos do Maranhão. **Relatório Anual da Qualidade da água produzida pelos sistemas de abastecimento de água**. São Luis. 2007.

CAEMA, 2024 <https://caema.ma.gov.br/index.php/22-sustentabilidade/qualidade-da-agua/2920-apresentacao-operacao?jji=1709336426966>

CASTRO, R.M.S. ; PEREIRA,E.D. Análise geoambiental da porção superior da bacia do rio paciência: subsídio para o planejamento ambiental.In: **A construção do Brasil: geografia, ação política, democracia**. Anais do XVIII Encontro Nacional de Geógrafos., 2016. [https://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468878227\\_ARQUIVO\\_TRABALHOENG\\_SLZRENATAC.pdf](https://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468878227_ARQUIVO_TRABALHOENG_SLZRENATAC.pdf), acesso em 2 de maio de 2024

CHAN, F. K. L.; CHING, J.L.; LING, T. K. W.; CHUNG, S.C.; SUNG, J.J.Y. *Aeromonas* infection in acute suppurative cholangitis: review of 30 cases. **Journal of Infection**, v. 40, 2000, 69,73.

COSTA, S. S., Maciel Filho, A. A., Cancio J. A., Oliveira, M. L. C. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **A Seleção de Indicadores Sanitários como Instrumento de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano na Prevenção e Controle de Doenças de Veiculação Hídrica.**

CORTEGUERA, R.R. Mortalidade por enfermidades diarréicas agudas em menores de 5 anos: Cuba, 1959-1983. **Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia**. 24:131-45, 1986. Disponível em [http://www.castelobranco.br/redepea/noticia\\_0305271041.php](http://www.castelobranco.br/redepea/noticia_0305271041.php). Acesso em jan 2007.

ESTADO DO MARANHÃO. Secretaria de Estado da Saúde. Portaria n. 78, de 17 de julho de 2002. Institui no Estado do Maranhão, normas para implantação e execução do Programa /estadual de Vigilância da Água para Consumo Humano. **Diário Oficial do Estado**, São Luís- MA, n. 14, p.38, 22 jul.2002.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para consumo Humano**. Brasília-DF, 2002. 44p.

\_\_\_\_\_. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília, 2004. 408p.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em

LACEN. **Laboratório Central de Saúde** Professor Gonçalo Muniz. Bahia. Disponível em: <http://www.saude.ba.gov.br/lacen/>. Acesso em: jan/2008.

LIAO, L.D.P.S., BEZERRA, J.M., BASTOS, O.C., GARROS, C. O estado de poluição

bacteriológica dos principais rios da ilha de São Luis – Estado do Maranhão – Brasil: Anil, Bacanga e Paciência. **Cadernos de Pesquisa - UFMA**. São Luís. V.1. Nº 1. jan/jun.1985. 100p.

MACEDO, L. A. A. **A urbanização da Ilha de São Luís e seus impactos ambientais nos recursos hídricos**. São Luís: EDUEMA, 2012. 147 p.

MACÊDO, J. A. B., ANDRADE, N. J., **Formação de trihalometanos em águas cloradas para abastecimento público e indústrias de alimentos**. In: CONGRESSO NACIONAL DE

MARTINS, R. A.; LOURENÇO, C. B.; AZEVEDO, J. W. J.; BANDEIRA, A. M.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L.; CASTRO, A. C. L.: Water quality index of the lower course of the Itapecuru River, northern portion of the state of Maranhão, Brasil. **Applied Ecology and Environmental Research** 20(6):5381-5396.

MOCHEL, F.R.; SOARES, L.A.; CAVALCANTE, P.S. Análise litológica e hidroquímica das águas subterrâneas na área itaqui – bacanga, são luís, maranhão: evidência da intrusão marinha. In: **Evolução do conhecimento científico na engenharia ambiental e sanitária** / Organizador Daniel Sant’Ana. – pp. 67-87, Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

OLIVEIRA, E.R. de, Rezende F. P., Soares, Ayrimoraes, S. R. , Bernades, R.S. **Metodologia para Classificação de Sistemas de Abastecimento de Água com base no emprego de Tipologias**. Ministério da Saúde, 2007. Organização Panamericana de Saúde. Água potável no semi-árido. 2004.-2010.

PINHEIRO, N.C.A. & MOCHEL, F.R., Contaminação por disposição de resíduos sólidos em Paço do Lumiar (MA). **Eng Sanit Ambient** , v.23 n.6 , nov/dez 2018, 1173-1184

PREFEITURA, SÃO LUÍS, MA. **Mapa das Bacias hidrográficas de São Luís**. [https://saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/3481\\_bacias\\_2008.pdf](https://saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/3481_bacias_2008.pdf)

TUCCI , C.E. M.**Gestão das Inundações Urbanas**. Porto Alegre, Junho de 2005 , 197 p.UNESCO.**Organização das Nações Unidas para a Ciência, Educação e Cultura**. In: Sabesp e Guia do Consumo Sustentável produzido pelo IDEC - Instituto de Defesa do Consumidor. 2005.

VALE, S.A. **Projeto - plano setorial de abastecimento de água potável e esgotamento sanitáriodesão Luís/produto4–resumo executivo**.23/04/2023. [https://saoluis.ma.gov.br/subportal/cadastrs/downloads/0040/RESUMO\\_EXECUTIVO.pdf](https://saoluis.ma.gov.br/subportal/cadastrs/downloads/0040/RESUMO_EXECUTIVO.pdf). Acesso em 08/05/2024.

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES EM ELEVATÓRIAS E SEU IMPACTO NA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO

*Data de aceite: 01/07/2024*

**Jairo Soares Araujo**

**RESUMO:** Os esgotos pluviais – através da rede de drenagem urbana – contribuem de forma não pontual para a poluição das águas, e podem apresentar um impacto significativo sobre o meio ambiente. Os esgotos pluviais estão muitas vezes ligados aos esgotos sanitários de muitos imóveis, muitas delas clandestinas (JORDÃO & PESSOA, 2017). Sendo um volume significativo que pode prejudicar o transporte e o tratamento do esgoto sanitário, principalmente durante o período chuvoso. A interconexão entre os sistemas de esgoto e a drenagem pluvial ocorre de várias formas, desde a ligação das instalações de águas pluviais internas nas instalações prediais de esgoto dos imóveis e loteamentos até o lançamento final de trechos das galerias de águas pluviais na rede de esgoto sanitário. É preciso remoção os sólidos grosseiros e areia nas estações elevatórias, pois interferem no funcionamento das unidades, causando desgaste mecânico dos equipamentos, válvulas e tubulações. A localização das estações elevatórias nos sistemas de esgoto depende do traçado

do sistema de coleta. De maneira geral, as estações elevatórias estão localizadas nos pontos mais baixos de uma bacia ou nas proximidades de rios, riachos ou barragens (MENDONÇA & MENDONÇA, 2016). As estações de tratamento de esgoto também sofrem com as variações das características qualitativas e quantitativas dos afluentes que ocorrem em função dessas interconexões. O aumento da vazão afluente causado pela contribuição de esgoto pluvial pode gerar vazões superiores à vazão máxima da estação, que é obrigada a desviar o excedente dos efluentes através das estruturas de desvio. A mudança das características dos afluentes, por diluição ou incremento dos poluentes incorporados pelos despejos domésticos, pluviais e industriais, compromete a capacidade de tratamento e aumenta os custos operacionais pela contrapartida do aumento de insumos para o tratamento (energia, produtos químicos, etc.), e do tempo de detenção dos processos e operações unitárias que constituem a planta de tratamento das estações. O presente estudo foi realizado em uma Estação de Tratamento de Efluentes - ETE do Norte de Minas Gerais, que apresentava diluição da DBO de entrada causada principalmente

pelas descargas de lavagens de decantadores e floculadores da Estação de Tratamento de Água (ETA) na rede coletora de esgoto, em decorrência de ausência de Unidade de Tratamento de Resíduos – UTR na ETA e pela presença de ligações clandestinas de efluentes pluviais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade dos efluentes, avaliação de desempenho, tratamento de esgotos domésticos.

## INTRODUÇÃO

Os esgotos pluviais – através da rede de drenagem urbana – contribuem de forma não pontual para a poluição das águas, e podem apresentar um impacto significativo sobre o meio ambiente, Os esgotos pluviais estão muitas vezes ligados aos esgotos sanitários de muitos imóveis, muitas delas clandestinas (JORDÃO & PESSOA, 2017). Sendo um volume significativo que pode prejudicar o transporte e o tratamento do esgoto sanitário, principalmente durante o período chuvoso.

A interconexão entre os sistemas de esgoto e a drenagem pluvial ocorre de várias formas, desde a ligação das instalações de águas pluviais internas nas instalações prediais de esgoto dos imóveis e loteamentos até o lançamento final de trechos das galerias de águas pluviais na rede de esgoto sanitário.

É preciso remoção os sólidos grosseiros e areia nas estações elevatórias, pois interferem no funcionamento das unidades, causando desgaste mecânico dos equipamentos, válvulas e tubulações

A localização das estações elevatórias nos sistemas de esgoto depende do traçado do sistema de coleta. De maneira geral, as estações elevatórias estão localizadas nos pontos mais baixos de uma bacia ou nas proximidades de rios, riachos ou barragens (MENDONÇA & MENDONÇA, 2016).

As estações de tratamento de esgoto também sofrem com as variações das características qualitativas e quantitativas dos afluentes que ocorrem em função dessas interconexões. O aumento da vazão afluente causado pela contribuição de esgoto pluvial pode gerar vazões superiores à vazão máxima da estação, que é obrigada a desviar o excedente dos efluentes através das estruturas de desvio. A mudança das características dos afluentes, por diluição ou incremento dos poluentes incorporados pelos despejos domésticos, pluviais e industriais, compromete a capacidade de tratamento e aumenta os custos operacionais pela contrapartida do aumento de insumos para o tratamento (energia, produtos químicos, etc.), e do tempo de detenção dos processos e operações unitárias que constituem a planta de tratamento das estações.

O presente estudo foi realizado em uma Estação de Tratamento de Efluentes - ETE do Norte de Minas Gerais, que apresentava diluição da DBO de entrada causada principalmente pelas descargas de lavagens de decantadores e floculadores da Estação de Tratamento de Água (ETA) na rede coletora de esgoto, em decorrência de ausência de Unidade de Tratamento de Resíduos – UTR na ETA e pela presença de ligações clandestinas de efluentes pluviais.

## OBJETIVO

Avaliar a característica do esgoto bruto na entrada e saída de cada elevatória e sua influência na carga orgânica, DBO, e no desempenho e da eficiência da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE em cidade do Norte de Minas, avaliando o impacto do lançamento de ligações irregulares de águas pluviais e de efluentes da Estação de Tratamento de Água - ETA.

## METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em estações elevatórias de esgoto bruto - EEE na Estação de Tratamento de Esgotos - ETE e nas bacias que compõem o sistema coletor de uma cidade do Norte de Minas, situada às margens do rio São Francisco, com população estimada do município em torno de 67.600 habitantes, população atendida e com adesão ao sistema de em torno de 10.900 habitantes (Dezembro/2020).

As 06 estações elevatórias de esgoto bruto - EEE do sistema de esgotamento sanitário avaliadas foram:

EEE-01 é composta por conjuntos motobombas (CMB) submersível, que recalca o efluente com vazão de 12L/s a uma altura manométrica de 12mca.

EEE-02 é composta por CMB submersível, com capacidade de vazão de 30L/s a uma altura manométrica de 14mca.

EEE-03 é composta por CMB submersível com capacidade de vazão de 59L/s a uma altura manométrica de 11mca.

EEE-04 é composta por CMB submersível com capacidade de vazão de 60L/s a uma altura manométrica de 11mca.

EEE-05 é composta por CMB submersível fabricante, com capacidade de vazão do efluente de 72,5L/s a uma altura manométrica de 16,8mca.

EEE Liberdade é composta por CBM submersível, com capacidade de vazão do efluente de 7,72L/s a uma altura manométrica de 31mca.

Com a incidência de chuvas, a DBO de entrada da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE é diluída e ocasiona uma baixa eficiência operacional nesses períodos.

A ETE opera com tratamento secundário composto de reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB) seguidos de escoamento superficial (capineiras). A capacidade da unidade é de 25,0L/s e opera com vazão média de 24,92L/s (2021).

Foram realizadas coletas de amostras de esgoto bruto na entrada e nas saídas de cada EEE no período de setembro a dezembro/2020 com o objetivo de caracterizar o efluente e as reações ocorridas, as possíveis causas da diluição no parâmetro DBO, para subsidiar os planos de ações com o objetivo de garantir o aumento da eficiência da ETE e atendimento das exigências legais.

As coletas e ensaios foram realizados conforme metodologias descritas no Standard Methods (APHA, 2017). Os ensaios foram realizados no laboratório da COPASA. Foram realizados ensaios de DBO, DQO, pH, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos totais.

Neste período as duas Estações de Tratamento de Água - ETA, capacidade total instalada 150L/s, não tinha uma Unidade de Tratamento de Resíduos - UTR, e lançava as águas das lavagens das unidades, com os lodos gerados, nas redes do Sistema de Esgotamento Sanitário.

## RESULTADOS

Em todas as unidades houve um mapeamento para a realização das coletas no período de setembro a dezembro/2020, melhor acompanhamento da operação da unidade, pesquisa de possíveis razões da diluição da DBO de entrada e saída das unidades pesquisadas, além da avaliação da interferência das descargas da ETA.

A cidade em estudo possui redes coletoras de esgotos em parte de seus arruamentos, concentrando-se na parte central e baixa, próxima ao rio.

São delimitadas 13 (treze) sub-bacias de contribuição de esgoto definidas e dimensionadas em Projeto Básico das redes coletoras, interceptor, elevatórias e emissário da ETE, pertencentes ao Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade em questão.

- Sub-bacia 01: Suas contribuições são conduzidas para a EEE 01. A elevatória recalca o esgoto da SB 01 para a SB 02.
- Sub-Bacia 02: Suas contribuições também são conduzidas para a EEE 01. A elevatória recalca o esgoto da SB 02 para a SB 04.
- Sub-Bacia 03: As contribuições de esgoto da Sub-bacia são conduzidas para a SB 03 para a SB 04.
- Sub-Bacia 04: As contribuições de esgoto da Sub-bacia são conduzidas para EEE 03 que posteriormente recalca o esgoto da SB 04 para a SB10.
- Sub-Bacia 05: As contribuições de esgoto da Sub-bacia são conduzidas para a EEE 02). A elevatória recalca o esgoto da SB 05 para a SB 10.
- Sub-Bacia 06: As contribuições de esgoto das redes são conduzidas da SB 06 para a SB- 10.
- Sub-Bacia 07: Esta elevatória recalca o esgoto da SB 07 para a SB 08.
- Sub-Bacia 08: As contribuições de esgoto das redes são da SB 08 para a SB 09.
- Sub-Bacia 09: As suas contribuições conduzidas para EEE 07 que recalca o esgoto da SB 09 para a SB 10.
- Sub-Bacia 10: As contribuições de esgoto da Sub-bacia são conduzidas para EEE 04. A elevatória recalca o esgoto da SB 04 para a SB-13, na EEE-05 (EEE-final).

- Sub-Bacia 11: As contribuições de esgoto das redes serão conduzidas para EEE 17. A elevatória recalca o esgoto da SB-11 para a SB-13.
- Sub-Bacia 12: As contribuições de esgoto das redes são conduzidas para EEE 18. A elevatória recalca o esgoto da SB-12 para a SB 13.
- Sub-Bacia 13: A elevatória recalca o esgoto para um PV próximo a elevatória existente EEE 05 (ou EEE Final).

Os resultados de DBO obtidos nas principais EEE estão descritos no Gráfico 01.

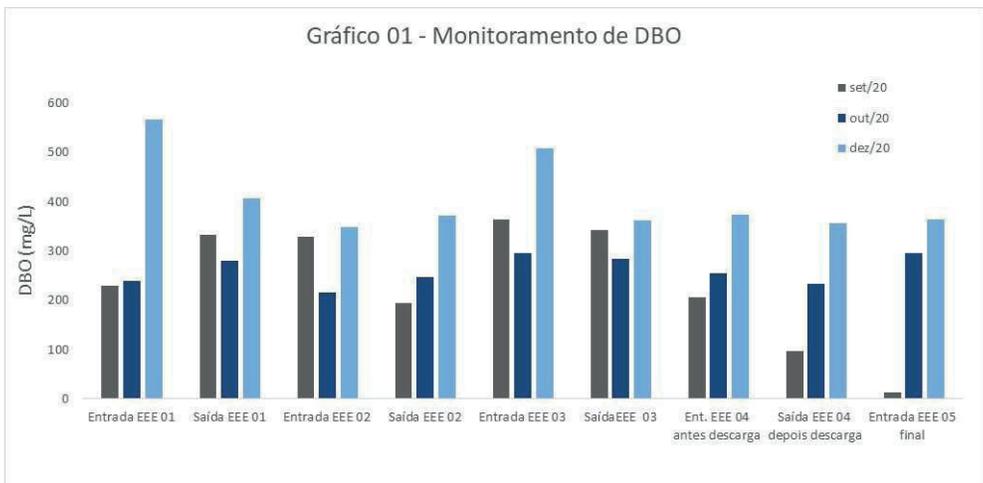


Gráfico 01 – Monitoramento de DBO nas principais EEE.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A inexistência da Unidade de Tratamento de Resíduos - UTR na ETA do sistema prejudica o sistema de esgotamento sanitário e a eficiência dos processos de tratamento na ETE.

Os resultados de DBO de cada elevatória oscilaram no trajeto até a entrada nos reatores, as descargas da ETA influenciaram nas características do efluente bruto e no desempenho das unidades subsequentes.

No mês de setembro, verificou-se diluição do efluente em função das descargas dos decantadores durante o processo de limpeza. O período seco, o volume descartado na ETA interferiu nas vazões na EEE 04. A diluição do efluente bruta prejudica o tratamento na ETE e provoca arraste nos reatores anaeróbios de fluxo ascendente (RAFA), já que o volume descartado nas descargas dos decantadores é significativo e é realizado em curto espaço de tempo.

Nos RAFA da ETE verificou uma grande quantidade de sólidos inorgânicos, provavelmente oriundos da ETA. Esse material inorgânico ao se acumular no interior dos RAFA compromete drasticamente a distribuição do esgoto bruto, causa o aterramento das rampas de escoamento superficial, exige descartes frequentes do lodo e interfere na eficiência dessas unidades. O excesso do material inorgânico atingiu também os leitos de secagem de lodo, uma vez que não existe um número suficiente dos mesmos para assimilar o volume de lodo gerado nas condições descritas anteriormente.

Em dezembro, período chuvoso, aumento da vazão de infiltração e das ligações irregulares de águas pluviais na rede de esgotamentos sanitário com arraste de partículas, resultando no aumento de DBO nas elevatórias avaliadas. As águas das chuvas também causam turbulência nos reatores e assoreamento de lagoas, bem como entupimento de rede coletora e extravasamento, já que as redes não foram projetadas para estes lançamentos irregulares.

O desempenho dos reatores embora comprometido mantém a eficiência do tratamento final pelo bom desempenho dos módulos de escoamento superficial.

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Os problemas no tratamento dos esgotos sanitários começam antes da chegada nas estações. Com a fragilidade dos sistemas de coleta e transporte, estas estações ficam com suas rotinas operacionais e gerenciais comprometidas (DIAS & ROSSO, 2009).

A caracterização do efluente individualizado por elevatória possibilitou um melhor gerenciamento da operação das unidades e da ETE, e acompanhamento técnico, com melhorias nos processos de tratamento existentes, proporcionando aumento da eficiência das ETE.

Após essa pesquisa foi realizado o ajustamento para diminuição do tempo de detenção das elevatórias e modular, visando evitar as bateladas e o turbilhonamento dos reatores.

Com vistas na garantia da eficiência da ETE, a Unidade de Tratamento de Resíduos - UTR foi implantada na ETA, interceptando as descargas da ETA na rede coletora. A UTR tem possibilitado melhorias significativas do processo de tratamento da ETE. Recomenda-se a continuidade da pesquisa para avaliar o impacto da implantação dessa unidade.

O estudo demonstrou a importância que ações de monitoramento, controle e fiscalização na redução dos aportes de poluentes e de lançamentos indevidos, através de um programa contínuo de eliminação das interconexões, na garantia da operação adequada e da eficiência do sistema de coleta, transporte e tratamento dos esgotos.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23rd. ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 2017.

DIAS, A. P.; ROSSO, T. C. A. *Os impactos das interconexões entre os sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial sobre as coleções hídricas da cidade do Rio de Janeiro*. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande/MS: 2009. Disponível em: < [Microsoft Word - ABRH-Alexandre-Final \(amazonaws.com\)](#)> Acesso em: 28/11/2022.

JORDÃO, Eduardo P.; PESSÔA, Constantino A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*, 8a Ed., Rio de Janeiro, 2017.

MENDONÇA, S. R.; MENDONÇA, L. C. *Sistemas Sustentáveis de Esgotos*. São Paulo: Blucher, 2016.

**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA:** Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), Licenciado (2011) e Bacharel em Química Industrial (2023) pela Universidade de Uberaba (UNIUBE), em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única de Ipatinga (FUNIP). Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista em Ciências Naturais e Mercado de Trabalho (2022) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e especialista em Química Analítica pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo (FAMEESP) em 2024. Mestre (2015) e doutor (2018) em Química Analítica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Realizou o primeiro estágio Pós-Doutoral (de maio de 2020 a abril de 2022) e cursou o segundo estágio (2022-2024) na UFU com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de Contaminantes de Preocupação Emergente (CPE) em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto. Atuou como técnico em laboratório/Química pelo Instituto Federal de Goiás (2010-2022), químico e responsável técnico pelos laboratórios da Unicesumar/Polo Patrocínio e professor do SENAI de Minas Gerais e Goiás. Atualmente é professor de química do Colégio Militar do Tocantins em Araguaína/TO. 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 acompanhamento do 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 e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (v) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (vi) Educação Ambiental e; (vii) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências Naturais, especialmente biologia e química. É membro do corpo editorial da Atena Editora desde 2021 e já organizou mais de 80 e-books e publicou 42 capítulos de livros nas diferentes áreas de Ciências da Natureza, Engenharia Química e Sanitária/Ambiental, Meio ambiente entre outras áreas.

**A**

Abastecimento de água 3, 5, 7, 10, 11, 13, 38, 40, 41, 47, 48, 57, 58, 60

Afluente 61, 62

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) 2, 4, 14, 15

Água 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 22, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64

Águas pluviais 7, 61, 62, 63, 66

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 17, 20, 21, 29, 32

**B**

Bacias de dissipação 34

Bacias hidrográficas 41, 42, 54, 60

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) 3

Barragem 34, 42, 43, 55

**C**

Coagulação 50

Coliformes totais 44, 50, 52, 55, 56

Comitê Técnico de Saneamento Ambiental (CTSA) 13

Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão (CAEMA) 40

Composição gravimétrica 16, 17, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 17, 21, 29, 32

Constituição Federal de 1988 2, 12

**D**

Decantação 44, 50

Desenvolvimento sustentável 18, 19, 20, 33, 38, 39, 40

Desinfecção 44, 50, 52, 53, 55

Direito humano fundamental 38, 39

Drenagem pluvial 61, 62, 67

**E**

Educação ambiental 17, 27, 31, 32, 33, 38, 58, 68

Energia cinética 34

Entidades Reguladoras Infranacionais (ERI) 3, 10

Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) 24

Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) 24  
*Escherechia coli.* 55, 56  
 Escoamento fluvial 34  
 Escoamento torrencial 34  
 Esgotamento sanitário 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 41, 42, 53, 55, 56, 57, 63, 64, 65, 67  
 Esgoto sanitário 61, 62  
 Esgotos pluviais 61, 62  
 Estações de Tratamento de Água (ETA) 56, 64  
 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) 56, 61, 62  
 Estações elevatórias 61, 62, 63  
 Estações Elevatórias de Esgoto Bruto (EEE) 63

## F

Filtração 44, 45, 50  
 Floculação 44, 50  
 Fluoretação 44, 50, 52

## I

Instituições de Ensino Superior (IES) 16, 18, 26, 27, 28, 32, 33

## J

Jusante 34, 37

## L

Lei das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB) 2

## M

Mananciais 43, 44, 49, 54, 55  
 Meio ambiente 1, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 29, 32, 33, 43, 55, 58, 61, 62, 68

## N

Novo marco legal do saneamento básico 1, 2, 3, 13, 14

## O

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) 38, 39  
 Organização das Nações Unidas (ONU) 19, 60

## P

Padrões de potabilidade 11, 22, 38, 40, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 58

Parceria Público-Privada (PPP) 3, 8  
Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) 17, 31, 33  
Plano Setorial de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário de São Luís (PSAESL) 55, 57  
Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) 18  
Política Nacional de Resíduos Sólidos 8, 17, 20, 21, 29, 30, 32  
Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 17, 20, 21, 29  
Projeto político 1, 3

## **R**

Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (RAFA) 63, 65  
Reciclagem 17, 20, 21, 22, 31  
Recursos naturais 9, 18, 19  
Resíduos sólidos 7, 8, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 60  
Ressalto hidráulico 34, 35, 36, 37  
Reutilização 17, 31  
Rio Anil 41  
Rio Bacanga 41  
Rio Itapecuru 42, 43, 44, 48, 54  
Rio Madeira 34

## **S**

Saneamento básico 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 38, 39, 40, 57  
Saneamento estruturante 13  
Saneamento rural 12, 13  
São Luís 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60  
Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) 7, 10, 15  
Sistema Olho D'Água 41, 43  
Sólidos grosseiros 61, 62  
Sub-bacia 64, 65

## **T**

Turbidez 44, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56

## **U**

Unidade de Tratamento de Resíduos (UTR) 62, 64, 65, 66  
Universidade do Estado do Pará (UEPA) 16, 19, 21, 23, 25, 26, 28, 32

Usina Hidrelétrica (UHE) 34

**V**

Vertedouros 34

Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) 58

# ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

## SUSTENTABILIDADE EM AÇÃO

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

# ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

## SUSTENTABILIDADE EM AÇÃO

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