

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

# RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

RAMIRO PICOLI NIPPES  
(ORGANIZADOR)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

# RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

RAMIRO PICOLI NIPPES  
(ORGANIZADOR)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

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

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

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof<sup>o</sup> Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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: recursos hídricos e tratamento de água 4

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Ramiro Picoli Nippes

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
E57	Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 4 / Organizador Ramiro Picoli Nippes. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0971-7 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.717230501">https://doi.org/10.22533/at.ed.717230501</a>  1. Engenharia sanitária e ambiental. I. Nippes, Ramiro Picoli (Organizador). II. Título.  CDD 628
<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](mailto: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.

A coleção “Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 4” é uma obra composta por treze capítulos que possuem como foco principal as Ciências Naturais. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos da Engenharia Sanitária e ambiental.

O objetivo central foi apresentar de forma qualificada e clara estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Tendo como linha condutora aspectos importantes relacionado aos recursos hídricos e tratamento de água. A água é um componente vital para a humanidade e fundamental para a realização de diversas atividades em nosso cotidiano. A demanda por água potável tem sido cada vez maior, por isso, a preocupação com a preservação dos recursos hídricos, também tem crescido em igual proporção, visto que, a poluição das matrizes aquáticas é uma realidade que precisa ser contornada. Com isso, o tema do tratamento de água é uma vertente de estudo de extrema relevância para a manutenção da qualidade da água e preservação dos ecossistemas aquáticos.

Nesse contexto, a obra Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 4 aborda temas atuais com enfoque principal nos recursos hídricos e nos tratamentos de água. O principal intuito é fornecer dados importantes e de interesse para a comunidade científica. Os estudos englobam desde as práticas de educação ambiental até estudos mais aplicados de reuso de água e otimização do monitoramento de água. Os artigos selecionados para esta coleção são bem fundamentados nos resultados práticos obtidos e nas discussões desenvolvidas. Os dados apresentados estão muito bem organizados de forma clara e didática.


Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Ramiro Picoli Nippes




**CAPÍTULO 1 ..... 1****ÁGUA NA ESCOLA: AÇÕES AMBIENTAIS**

Maria Cristina Bueno Coelho  
 Mauro Luiz Erpen  
 Wádilla Moraes Rodrigues  
 Juliana Barilli  
 Marilene Alves Ramos Dias  
 Maurilio Antonio Varavallo  
 Damiana Beatriz da Silva  
 Henrique da Silva Fernandes  
 Marcos Giongo  
 Hellen Cristina de Freitas  
 André Ferreira dos Santos  
 Brenda Raiane Lopes do Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305011>


**CAPÍTULO 2 ..... 12****CAIXA TERMOPLÁSTICA - UMA ALTERNATIVA PARA INSTALAÇÃO DE VENTOSA EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

Eliane Xavier  
 Amaçuilto Leoncio de Queiroz  
 Zaqueu Mesquita Militão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305012>


**CAPÍTULO 3 ..... 21****ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS EM UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM SANTA MARIA – RS**

Vitória Tesser Martin  
 Guilherme Silveira Baptista  
 Liriane Élen Böck  
 Bibiana Peruzzo Bulé  
 Cristiano Gabriel Persch  
 Rutineia Tassi  
 Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305013>

**CAPÍTULO 4 ..... 33****DISCUSSÃO SOBRE LOGÍSTICA REVERSA E O DESCARTE INADEQUADO DAS EMBALAGENS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO COM ENFOQUE NO RIO PINHEIROS**


Eliana Bôa Ventura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305014>

**CAPÍTULO 5 ..... 47****PIPERS®: DETECÇÃO DE VAZAMENTOS E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE**

DE ADUTORAS USANDO SENSORES INTERNOS COM LINHA EM CARGA

Felipe Chagas de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305015>


**CAPÍTULO 6 .....68**

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO BUBU, CARIACICA ESPÍRITO SANTO

Larissa Bueno Rocha

Rebeca Gonçalves Freire

Aline Gonçalves Louzada

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305016>

**CAPÍTULO 7 .....80**


OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONITORAMENTO, ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA *PI VISION*

Luis Felipe Correia Palma

Eliane Xavier

Daniel Gomes da Rocha

Rodrigo de Araujo Balduino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305017>


**CAPÍTULO 8 .....88**

ANÁLISE SOBRE VERTICALIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Suzanne Negreiros Figueiredo

Juciely Leite Costa Cortez

Ana Lúcia Barros de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305018>

**CAPÍTULO 9 ..... 106**

ESTUDO DE CASO SOBRE ALAGAMENTOS URBANOS NA AVENIDA JK EM FOZ DO IGUAÇU - PR


Kleber G. Ramirez

Bianca G. dos S. Dezen

Fernanda Rubio

Jiam P. Frigo

Mara R. Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305019>


**CAPÍTULO 10.....117**

ATUALIZAÇÃO REGULATÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: AVANÇOS E DESAFIOS

Cristiane Gracieli Kloth


Flávio José Simioni

Rubens Staloch

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050110>


**CAPÍTULO 11 ..... 135****ATENDIMENTO CONSULTIVO – UGR JARDINS**

Jéssica Cristina dos Anjos  
 Osmar Brandão dos Santos  
 Gabriel da Silva Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050111>


**CAPÍTULO 12..... 144****MAPEAMENTO E LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO PARA  
REGULARIZAÇÃO DE ÁREAS COM UTILIZAÇÃO DE DRONES**

Daniel Gomes da Rocha  
 Rodrigo de Araujo Balduino  
 Cássio José Barth

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050112>

**CAPÍTULO 13..... 154****UMA ANÁLISE SOBRE AS PRINCIPAIS ANOMALIAS ENCONTRADAS NA  
BARRAGEM DE LUCRÉCIA, NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE,  
BRASIL**

Eduardo Barcelos Bontempo Filho  
 Fernanda Moraes Lima  
 Vera Lucia Rodrigues Cirilo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050113>

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 164****ÍNDICE REMISSIVO ..... 165**

## ÁGUA NA ESCOLA: AÇÕES AMBIENTAIS

---

*Data de aceite: 02/01/2023*

**Maria Cristina Bueno Coelho**

<http://lattes.cnpq.br/2999809334076571>

**Mauro Luiz Erpen**

<http://lattes.cnpq.br/7329927485701691>

**Wádilla Moraes Rodrigues**

<http://lattes.cnpq.br/0149734248490627>

**Juliana Barilli**

<http://lattes.cnpq.br/6647824142535902>

**Marilene Alves Ramos Dias**

<http://lattes.cnpq.br/8226169246443544>

**Maurilio Antonio Varavallo**

<http://lattes.cnpq.br/0544143604204104>

**Damiana Beatriz da Silva**

<https://orcid.org/0000-0003-2962-9964>

**Henrique da Silva Fernandes**

**Marcos Giongo**

<http://lattes.cnpq.br/5712134838373036>

**Hellen Cristina de Freitas**

<http://lattes.cnpq.br/9435884818938848>

**André Ferreira dos Santos**

<http://lattes.cnpq.br/4518510510661568>

**Brenda Raiane Lopes do Nascimento**

<http://lattes.cnpq.br/2734912716449254>

**RESUMO:** A água como tema em contexto educacional é abordada a partir de diferentes perspectivas. Diante da discussão da atual crise socioambiental, acreditamos que a educação para a água deve ser abordada a partir de uma dimensão espacial e temporal, levando em conta a idade geológica e a história humana desta, sem a qual é impossível enfrentar a fragmentação: dar conta da escola, meio ambiente e conhecimento dominante como uma abordagem local baseada em bacias hidrográficas como unidade de estudo, complementada por conteúdos geocientíficos e uma abordagem interdisciplinar, proporciona uma visão temática integrada e contextualizada para a construção do conhecimento. Sabendo que a Educação ambiental (EA) nas escolas devem fomentar ações educativas para promover o sentimento de preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável e dentro de sua filosofia, compreender os fenômenos que levam aos comportamentos de destruição de suas fontes de vida é tão importante quanto pesquisar e atuar na busca das tecnologias e saberes que levem a valorização, recuperação e restauração da vida. Para tanto, o presente projeto trata de ações de

Educação ambiental, tendo como gestor a a Universidade Federal do Tocantins, campus universitário de Gurupi, em parceria com o comitê das bacias hidrográficas dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza (CBHSAST) e Secretaria Estadual de recursos hídricos (SEMARH) o qual auxiliará nos processos de EA (Educação Ambiental) e oferecerá materiais para o seu desenvolvimento, permitindo agilidade e eficácia durante as suas ações. Observou se que os sujeitos, ao participarem das ações, transformam gestos, ideias e emoções que permitem uma abertura para o entendimento da Educação Ambiental como cuidado e promoção da vida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água, meio ambiente, bacias hidrográficas.

**ABSTRACT:** Water as a topic in an educational context is approached from different perspectives. Faced with the discussion of the current socio-environmental crisis, we believe that education for water must be approached from a spatial and temporal dimension, taking into account the geological age and its human history, without which it is impossible to face fragmentation: to cope of school, environment and dominant knowledge as a local approach based on hydrographic basins as a unit of study, complemented by geoscientific contents and an interdisciplinary approach, provides an integrated and contextualized thematic view for the construction of knowledge. Knowing that Environmental Education (EE) in schools should encourage educational actions to promote the feeling of preservation of the environment and sustainable development and within its philosophy, understanding the phenomena that lead to the behaviors of destruction of their sources of life is as important as research and act in the search for technologies and knowledge that lead to the valorization, recovery and restoration of life. Therefore, the present project deals with environmental education actions, with the Federal University of Tocantins, Gurupi University Campus, as manager, in partnership with the Santo Antônio and Santa Tereza River Basin Committee (CBHSAST) and the State Department of Resources. (SEMARH) which will assist in the EE (Environmental Education) processes and will offer materials for their development, allowing agility and effectiveness during their actions. It was observed that the subjects, when participating in the actions, transform gestures, ideas and emotions that allow an opening for the understanding of Environmental Education as care and promotion of life.

**KEYWORDS:** Water, environment, watersheds.

## INTRODUÇÃO

Com o crescente avanço técnico-científico, os problemas ambientais se intensificam em todo planeta. Nesse contexto surge a conscientização ambiental, invocando a adoção de sistemas de gestão ambiental e o desenvolvimento de ações de responsabilidade social e ambiental, que podem se traduzir em mudanças nos modelos de gestão e na cultura organizacional (VIEGAS & CABRAL, 2014). Assim, a consciência ambiental passou a ser vista como uma poderosa ferramenta na busca por desenvolvimento sustentável, e estratégias com enfoque na educação vêm se tornando de fundamental importância frente ao agravamento dos problemas ambientais.

Neste sentido as instituições de ensino como parte deste processo tem como missão

institucional, todas as atividades de ensino, pesquisa e extensão da UFT, e todos os esforços dos gestores, comunidade docente, discente e administrativa deverão estar voltados para o estímulo à produção de conhecimento, à criação cultural e ao desenvolvimento do espírito científico e reflexivo; a formação de profissionais nas diferentes áreas do conhecimento, aptos à inserção em setores profissionais, a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira e colaborar para a sua formação contínua; o incentivo ao trabalho de pesquisa e investigação científica, visando ao desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da criação e difusão da cultura, propiciando o entendimento do ser humano e do meio em que vive, a promoção da divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem o patrimônio da humanidade comunicando esse saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação, a busca permanente de aperfeiçoamento cultural e profissional e possibilitar a correspondente concretização, integrando os conhecimentos que vão sendo adquiridos numa estrutura intelectual sistematizador a do conhecimento de cada geração; o estímulo ao conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais; prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade; a promoção da extensão aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural, da pesquisa científica e tecnológica geradas na Instituição. (Fonte PPI).

A água, que é indispensável à vida dos animais e vegetais, é um recurso natural singular. Em decorrência da relevância da água e tendo esta disponibilidade circunscrita, temporal e espacialmente, na Terra é imprescindível usá-la de modo equilibrado e racional, evitando-se o esbanjamento, por intermédio da execução de procedimentos que visam ao seu emprego eficiente e com economicidade. Além disso, os recursos hídricos estão suscetíveis a pressões, cada vez mais crescentes, resultantes de maiores demandas e associadas à maneira como são usados e, também, poluídos.

O ambiente escolar é considerado um espaço favorável para o estudo das questões relacionadas ao consumo racional de água, visto que se trata de um ambiente formador do caráter dos cidadãos, os quais, entre outros conhecimentos, devem possuir consciência da importância de se preservar o meio ambiente, bem como, a relevância do uso sustentável. Os espaços escolares possibilitam pesquisas de uso racional de água, pois possuem ferramentas para o levantamento do consumo de água, da percepção dos usuários para o uso racional e das patologias existentes que interferem no consumo (ALBUQUERQUE, 2013).

Segundo Costa e Costa (2011), a educação ambiental deve ser entendida como o processo cabível de transformação de valores sociais, de conhecimento, novas atitudes voltadas para a conservação do ambiente e construção da conscientização ambiental.

Uma forma de se sensibilizar as pessoas em termos dos preceitos da educação ambiental é através de palestras e atividades práticas em escolas, sendo possível assim, por exemplo, chamar atenção para a importância do aproveitamento da água da chuva,

possibilidades de realização da compostagem de resíduos orgânicos e a devida disposição dos resíduos inorgânicos.

Dentro de sua filosofia, compreender os fenômenos que levam aos comportamentos de destruição de suas fontes de vida é tão importante quanto pesquisar e atuar na busca das tecnologias e saberes que levem a valorização, recuperação e restauração da vida.

No contexto escolar a educação ambiental possibilita a construção de cidadãos conscientes, no qual os estudantes podem obter conhecimento sobre fatores ambientais e se tornar um agente colaborador em relação a preservação ambiental (CONRRADO, 2017). Neste contexto acredita-se que a escola tem como função introduzir aos educandos a compreensão do seu papel como agentes transformadores na sociedade, sendo a escola primordial na construção de conhecimentos e de um ensino ativo e participativo (ANTUNES, 2017).

Para tanto, o presente projeto trata de ações de Educação ambiental, tendo como gestor a Universidade Federal do Tocantins no seu curso de bacharelado em química EaD, o CBHSAST e as Diretorias do meio ambiente dos municípios que qual auxiliará nos processos de EA (Educação Ambiental) e oferecerá materiais para o seu desenvolvimento, permitindo agilidade e eficácia durante as suas ações.

Diante do exposto este projeto tem como objetivo Implementar ações de educação ambiental como espaço educador e integrador de ações e atividades de educação ambiental abrangendo atores sociais da região sul do estado do Tocantins compreendendo os municípios Alvorada, Jaú do Tocantins, Peixe, Sucupira, Gurupi, Cariri, Talismã e Figueirópolis.

## **METODOLOGIA**

O trabalho foi desenvolvido em etapas sendo: 1ª etapa: diagnóstico/mapeamento situacional da realidade a ser trabalhada e 2ª etapa: Proposição e execução das ações, avaliação dos impactos, elaboração de instrumentos, de soluções inovadoras e de inclusão junto à referida comunidade ; etapa 3 Capacitações/Ações Ambientais.

Etapa 1: Reuniões de nivelamento com os executores do projeto, os representantes das secretarias municipais e diretorias ambientais bem como diretores das escolas municipais e estaduais dos municípios Alvorada, Jaú do Tocantins, Peixe, Sucupira, Gurupi, Cariri, Talismã e Figueirópolis para expor a proposta (previamente apresentada aos secretários do meio ambiente dos municípios) e ajustar a mesma de acordo com a realidade e necessidades locais. Como resultado da reunião tivemos um plano de ação que listou o que foi decidido, quem é responsável pela execução, o que deve ser feito e qual a data de entrega da ação/produto.

Etapa 2: Diagnóstico/mapeamento situacional da realidade a ser trabalhada

A partir das reuniões de nivelamento entre todos os partícipes do projeto, foi feito

o mapeamento das realidades locais. Como na criação de um plano estratégico tanto o processo como o produto são importantes e situacionais, torna-se muito difícil reproduzir com fidelidade os detalhes de todo o desenvolvimento, em particular quando se têm metodologias como as aqui apresentadas, que podem ser consideradas processualistas (Whittington, 1993), isto é, em que as estratégias emergem em função de processos de aprendizagem e adaptação. Foi mapeado (com busca das informações nas secretarias estaduais de educação e/ou através de questionário) o número de escolas municipais e estaduais de cada município, quais as séries a ser trabalhadas, número de estudantes, faixa etária, nível de entendimento em relação às questões ambientais dentre outros que se fizer necessário. Desta forma espera-se ter uma visão geral das ações a serem realizadas.

Etapa 3: Capacitações /Ações Ambientais: para superar o caráter informativo em busca de uma Educação preocupada com a formação do sujeito ecológico, os temas ambientais locais – significativos – têm que ser tomados como ponto de partida para análises críticas da realidade socioambiental. Dessa forma, foram tratados e alguns temas ambientais com conteúdo que são problematizadores para a educação Ambiental e potencialmente se constituem em temas de conteúdos problematizadores se forem, obviamente, temas ambientais locais e significativos que tenham a água como agente principal, temas como: Água, lixo nos mananciais, energia, queimadas, animais. Foram ações promovidas para alunos de escolas estaduais e municipais num total de aproximadamente 280 alunos envolvidos.

## RESULTADOS

ETAPA 1: Reuniões de nivelamento: Foram realizadas 7 reuniões de nivelamento sendo uma em cada município participante do projeto para nivelamento das Ações. Como resultado destas reuniões obtivemos um plano de ação listando o que foi decidido (os temas das ações a serem realizadas em cada município, bem como as datas e as escolas que farão parte do projeto), de forma a identificar os responsáveis pela execução, Participaram desta ação em torno de 5 pessoas por reunião. (figura 1).





Figura 1 : Reuniões com os municípios participantes do projeto

ETAPA 2: O fortalecimento da cidadania se dá com a contextualização do conhecimento construído sobre o ambiente próximo. A dinâmica da realidade local é apreendida e vivenciada de maneira diferente para cada conjunto de atores sociais. Desta forma a educação ambiental foi um projeto coletivo de transformação da realidade global e local, através da cidadania. Assim, toda e qualquer atividade de educação ambiental deve consultar ou inspirar-se nos anseios de melhoria da comunidade

local. Recomenda-se que o projeto de educação ambiental escolar atue inicialmente no ambiente próximo. Dependendo ainda do local, os problemas abordados e as contribuições são diferentes. Algumas experiências indicam que essa contribuição social, o estudar problemas de interesses da comunidade, reduz a evasão escolar, o índice de reprovação e estimula a comunidade a colaborar. Desta forma consideramos a localização do ambiente próximo no espaço geográfico de cada município, sendo a delimitação da bacia ou microbacia hidrográfica, normalmente considerada como a melhor unidade fisiográfica de gestão ambiental. Não que seja necessário envolver toda a área, mas à medida que os estudos avançam e se tornam mais abrangentes. se reconhece a área limite de intervenção ambiental (territorialidade). A perspectiva de estudo da bacia ou microbacia hidrográfica, auxilia o aprimoramento gradativo de conhecimento da área, de modo que os estudos avancem e se tornem cada vez mais abrangentes.

ETAPA 3: Capacitações /Ações Ambientais: O início do projeto se deu nos municípios de Gurupi e de Alvorada com a realização de dinâmicas ambientais. Em Gurupi a ação no colégio presbiteriano e Em alvorada as ações aconteceram nas margens do córrego Buriti

que abastece a cidade do município com alunos da Escola municipal professora Filomena Rocha Soares Colégio estadual de Alvorada.

**Dia 01/07:** Recebemos no CeMAF- UFT, os alunos do ensino fundamental da Escola Municipal Divina Ribeiro Borge de Cariri do Tocantins. Apresentamos nosso viveiro florestal, explicamos como tudo começou e como as atividades são realizadas até a muda chegar no campo (Figura 2).



Figura 2 : Ações realizadas nos municípios de Gurupi e Alvorada

Dia 10/08: Foi realizado mais uma etapa do projeto **ÁGUA NA ESCOLA: AÇÕES AMBIENTAIS** do comitê CBHSAST em parceria com a UFT, IF e as prefeituras dos municípios pertencentes ao mesmo. Na cachoeira do Rio Almas em Jaú do Tocantins foi realizado o projeto **Água na escola- ações ambientais** com alunos do ensino médio e professores do Colégio Estadual Adelaide Francisco Soares, secretaria do meio ambiente e

turismo e Defesa Civil do município, projeto realizado pelo o comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza (CBHSAST) com parceria da Universidade Federal do Tocantins- Campus Gurupi/ PROEX e a Prefeitura municipal de Jaú do Tocantins. Como introdução foi enfatizado o que é uma bacia hidrográfica e sua importância em seguida foi realizado atividades dinâmicas como; incêndios florestais e queimadas, medição de vazão, Ph e qualidade da água e plantios de mudas nativas. O projeto tem objetivos de desenvolvimento sustentável contemplados como; água limpa e saneamento, educação de qualidade e parcerias e meio de implementação. Em seguida retornamos para Peixe do Tocantins cidade a qual seria nossa próxima ação, pousamos em Peixe e ação aconteceu no dia 11/08 apartir das 08:00 horas da manhã com reunião com o prefeito municipal e o secretário do meio ambiente do município para alinharmos as ações a serem feitas. A tarde foi realizado a ação tendo como introdução foi enfatizado o que é uma bacia hidrográfica e sua importância em seguida foi realizado atividades dinâmicas como; infiltração do solo incêndios florestais e queimadas, medição de vazão, Ph e qualidade da água e plantios de mudas nativas. As 18:00 horas retornamos para Gurupi- TO (Figura 3).



Figura 3 : Ações realizadas nos municípios de Jaú do Tocantins e Peixe

Dia 28/09: No município de Talismã- TO realizamos mais uma etapa do projeto “Água na escola” com os alunos da Escola Municipal Talismã e o Colégio Estadual Talismã com turmas da 1º a 3º série do ensino médio e uma turma do 8º ano ensino fundamental. A ação foi realizada no Rio cana brava a qual é fluente do rio santa Tereza e fica localizado as margens da Br TO 296. Projeto realizado pelo o comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza (CBHSAST) com parceria da Universidade Federal do Tocantins- Campus Gurupi/ PROEX e a Prefeitura municipal de Talismã do Tocantins. Como introdução foi falado sobre analise do solo, em seguida foi feita uma breve dinâmica de coleta do solo com o trado e explicou como é feito do campo até o laboratório de análise. Em seguida foi realizado atividades dinâmicas como; incêndios florestais e queimadas, câmera de temperatura, medição de vazão, Ph e qualidade da água e plantios de mudas nativas. O projeto tem objetivos de desenvolvimento sustentável contemplados como; água limpa e saneamento, educação de qualidade e parcerias e meio de implementação (figura 4).

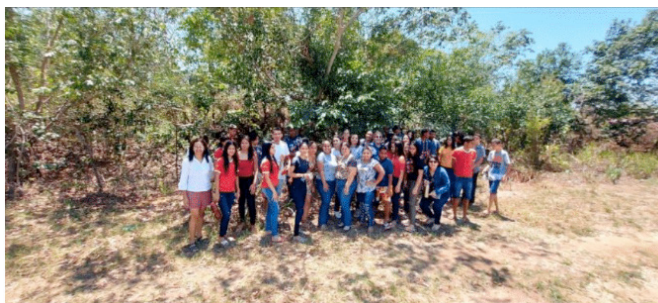


Figura 4 : Ações realizadas nos municípios de Talismã

Dia 31/10 na Cidade de Figueiropolis Tocantins no córrego renascer com Alunos da Escola Estadual Cândido Figueira a qual fazem parte do Projeto PAM (Pátria Amada Mirim), foi realizado mais uma etapa do projeto Água na escola- ações ambientais projeto realizado pelo o comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza (CBHSAST) com parceria da Universidade Federal do Tocantins- Campus Gurupi/ PROEX e a Prefeitura municipal de Figueiropolis-TO. Como introdução foi enfatizado o que é uma bacia hidrográfica e sua importância em seguida foi realizado atividades dinâmicas como; Amostras e análise de solo, Erosão do solo e turbidez da água, incêndios florestais e queimadas, medição de vazão, Ph e qualidade da água e plantios de mudas nativas. Em seguida retornamos para Cariri do Tocantins cidade a qual seria nossa próxima ação, a ação aconteceu no dia 01/11. Realizada no balneário municipal com alunos do Colégio Estadual Tarso Dutra e Escola Municipal Divina Ribeiro Borges, como introdução foi enfatizado o que é uma bacia hidrográfica e sua importância em seguida foi realizado atividades dinâmicas como; Amostras e análise de solo, Erosão do solo e turbidez da água, incêndios florestais e queimadas, medição de vazão, Ph e qualidade da água e plantios de mudas nativas. O projeto tem objetivos de desenvolvimento sustentável contemplados como; água limpa e saneamento, educação de qualidade e parcerias e meio de implementação (figura 5).



Figura 5: Ações realizadas nos municípios de Figueiropolis e Cariri

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Missão da UFT se apóia em alguns princípios basilares que fundam e fundamentam a práxis da Fundação Universidade Federal do Tocantins, norteador todo o pensar e o agir administrativos e pedagógicos. São três os grandes princípios que nortearão todas as ações da UFT, ou seja a indissociabilidade do ensino, da pesquisa e da extensão. Fundamenta-se na idéia de que o saber nunca é acabado e perfeito, mas em constante desenvolvimento;

a função primordial do saber é ajudar o homem, como indivíduo e como membro de uma comunidade, a buscar sua realização pessoal e social.

Por meio desse princípio, a UFT demonstra que o agir acadêmico inter e transdisciplinar permitirá o rompimento do individualismo, em todos os níveis de modo a estimular à ética e os ideais de solidariedade humana.

Pelo projeto foi possível analisar como uma educação ambiental de qualidade pode transformar a sociedade, pois é através dos valores e ensinamentos aprendidos na escola, que o aluno aprende a valorizar e preservar o planeta. Além disso, práticas de EA nas escolas contribui para a sensibilização sobre preservar os recursos naturais e incentiva a promoção de atitudes ambientalmente corretas, ou seja, EA é uma ferramenta de desenvolvimento socioambiental necessária e importante que deve expandir para além da escola

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Maria. Educação ambiental e EJA: Percepção dos alunos sobre o ambiente. 2013.

ANTUNES, Rosária Ribeiro. Um olhar sobre a educação ambiental nas escolas. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 4., 2017, Paraíba. Anais [...]. Paraíba: Realize, 2017

COSTA, C. A.; COSTA, F. G. A Educação como Instrumento na Construção da Consciência Ambiental. Nucleus, São Paulo, v. 8, n. 2, p.421-440, out. 2011.

CONRADO, L. M. N.; SILVA, V. H. Educação ambiental e interdisciplinaridade: um diálogo conceitual. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 651- 665, out./dez. 2017.

PPI:(2007)-Projeto pedagógico institucional disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/s/M3U8K8DoSlqcm1-2k0avDQ>

VIEGAS, S. F. da Silva; CABRAL, E. R. Práticas de sustentabilidade em instituições de ensino superior: evidências de mudanças na gestão organizacional. Revista GUAL, Florianópolis, v. 8, n. 1, p , jan

WHITTINGTON, R. What is strategy and does it matter? London: Routledge, 1993.

# CAIXA TERMOPLÁSTICA - UMA ALTERNATIVA PARA INSTALAÇÃO DE VENTOSA EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Eliane Xavier**

Engenheira Civil pela Universidade Cruzeiro do Sul, Tecnóloga em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia São Paulo (FATEC-SP), Pós-graduada em Gestão Pública pela UNIFESP e cursando MBA em Saneamento Ambiental pela FESPSP

### **Amaçuilio Leoncio de Queiroz**

Técnico em Meio Ambiente

### **Zaqueu Mesquita Militão**

Técnico em Edificações, Graduando em Engenharia Ambiental

uma forma alternativa de instalação de ventosas em redes de distribuição utilizando as caixas termoplásticas em passeio público, idealizada pela equipe de engenharia e de operação da UGR (Unidade de Gerenciamento Regional). A utilização destas caixas no saneamento é comum e tem se intensificado pela resistência do material, praticidade na execução e baixo custo. Será demonstrada como foram escolhidos os pontos de instalação, montagem e instalação das caixas e como as ventosas instaladas melhoraram o abastecimento de água dos clientes localizados em seu entorno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ventosa, gestão de perdas, caixa termoplástica

**RESUMO:** Na gestão da operação de água o controle das pressões nas tubulações de distribuição de água é primordial para evitar a ocorrência de vazamentos e minimizar as perdas de água. A utilização de válvulas ventosas nas redes primárias é indispensável para descarregar a vazão de ar, evitar as pressões negativas e o colapso nas tubulações. Normalmente, as ventosas de rede são instaladas em grandes caixas, construídas com aduelas de concreto ou de alvenaria, o que acarreta altos custos, mão de obra especializada e maior tempo de execução. Neste trabalho, será apresentada

**ABSTRACT:** In managing water operations, controlling pressure in water distribution pipes is essential to prevent leaks and minimize water losses. The use of air valves, in water pipes, is essential to unload the air flow and avoid negative pressures and collapse in the pipes. The air valves are usually installed in manholes, built with concrete or masonry blocks, which entails high costs, specialized labor and longer execution time. In this work, an alternative way of installing air valves in water pipes will

be presented, using thermoplastic boxes on a public sidewalk, idealized by the engineering and operation team of the UGR (Regional Management Unit). The use of these boxes in sanitation is common and has been intensified due to the resistance of the material, practicality in execution and low cost. It will be demonstrated how the points of installation were chosen and how the air valves installed improved the water supply of the customers located in their surroundings.

**KEYWORDS:** Air valve, loss management, thermoplastic box.

## INTRODUÇÃO

A UGR (Unidade de Gerenciamento Regional), está sempre na busca por tecnologias e métodos de trabalho inovadores para melhorar a gestão de operação de água e promover um serviço de qualidade para a população da área de sua atuação. A equipe de engenharia e operação da UGR idealizou a montagem da instalação de ventosa utilizando caixas termoplásticas. A utilização destas caixas no saneamento é usual, principalmente para as instalações de hidrômetros residenciais, tornando a medição do consumo mais segura, evitando manuseios irregulares e facilitando a leitura mensal dos técnicos em campo. O tipo de material utilizado na fabricação destas caixas é o polipropileno, um plástico bastante resistente e, pensando nestas características, foi idealizada uma forma de utilizá-la nas instalações de válvulas ventosas nos passeios públicos, como alternativa paliativa e ágil à construção das grandes caixas de alvenarias nos leitos de asfalto.

As ventosas que serão apresentadas neste trabalho possuem menores vazões de ar, porém será demonstrado que sua instalação em ramais de PEAD, ligados a uma rede primária de distribuição é uma solução imediata, eficiente, e de baixo custo para os problemas apresentados de baixas pressões de água em locais de cotas altas, em um setor de abastecimento.

Neste trabalho será apresentado como a ideia foi concebida assim como as etapas de montagem dos conjuntos de caixas com ventosas e, também os resultados das pressões obtidas em campo e as melhorias no abastecimento após esta ação.

## OBJETIVO

O objetivo do trabalho é demonstrar a utilização de caixa termoplástica pré-fabricada em passeio público, para a instalação de ventosas em redes de distribuição de água, mostrando a agilidade construtiva, redução de custos de instalação, melhora no tempo de atendimento e regularização do abastecimento de água em áreas de cotas altas e com baixas pressões, provenientes de bolsões de ar nas redes de água.

## METODOLOGIA

A ideia para a utilização de caixas termoplásticas para a instalação de ventosas



em redes de distribuição surgiu com equipe de engenharia e operação da UGR, após necessidade de pronto atendimento de abastecimento, proveniente de algumas reclamações de baixas pressões de água e altos valores de contas de consumo em imóveis situados em áreas de cotas altas. Após estudos de engenharia, foi confirmado que nas redes primárias (maiores diâmetros) que abasteciam estes imóveis, haviam poucos ou nenhum dispositivo de purga de ar (ventosa), o que auxiliaria na expulsão dos bolsões de ar que se formam em pontos altos das redes de distribuição, de acordo com o modo de operação do sistema de água empregado.

A instalação convencional de ventosas é feita, normalmente, nas redes primárias e em caixas construídas em alvenaria de blocos estruturais ou aduelas de concreto pré-fabricadas, conforme Figura 01. A instalação destas caixas demanda projetos de engenharia e altos custos de construção e mão de obra, além das necessidades de fechamentos de vias públicas durante a construção.

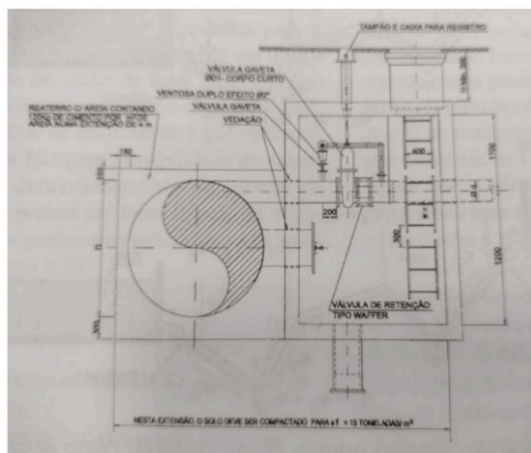


Figura 01 – Instalação tradicional de ventosa.

Fonte: Tsutiya (2005).

O diferencial apresentado neste trabalho é a instalação de ventosas de menores capacidades de expulsão de vazão de ar, em redes secundárias (menores diâmetros) e ramais de PEAD, para atendimento à reclamação de baixa pressão, possibilitando a rápida normalização no abastecimento de água, utilizando como método construtivo as caixas termoplásticas instaladas em passeio público.

A metodologia consistiu no acompanhamento de várias etapas como: escolha dos locais, dimensionamento das ventosas, preparação das caixas, instalação das caixas e monitoramento das pressões em alguns pontos, como segue.

## ESCOLHA DOS LOCAIS

Após o levantamento das áreas de cotas altas em zona baixa de um setor de abastecimento, foram escolhidos, para este estudo, cinco imóveis que possuíam reclamações recorrentes de baixas pressões e com altos consumos que destoavam da média histórica da residência, conforme o número de habitantes no local. Neste trabalho serão apresentados os dados de um dos pontos escolhidos, conforme ilustrado na Figura 02.

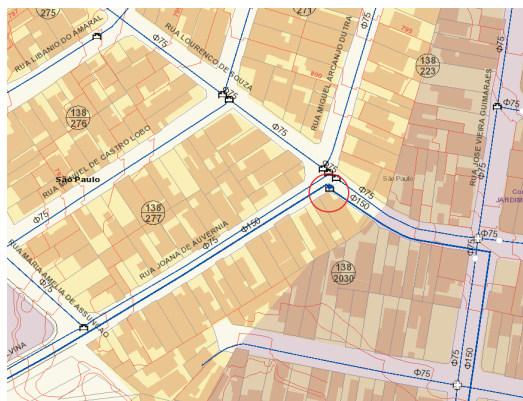


Figura 02 – Instalação ventosa – Rua Joana de Auvérnia x Rua São Lourenço de Souza.

Fonte: Sabesp (2022)

## DIMENSIONAMENTO DAS VENTOSAS

As ventosas instaladas foram dimensionadas para as vazões de ar indicadas pelo fabricante, conforme os volumes verificados em campo.

O modelo das ventosas utilizadas é de tríplice função e alta performance com diâmetro de ¾”.

## PREPARAÇÃO DAS CAIXAS

As caixas termoplásticas utilizadas são as já utilizadas como Caixa para Unidade de Medição de Água (UMA), para a instalação de hidrômetros residenciais. São produzidas em material de polipropileno (polímero termoplástico – plástico reciclável) nas dimensões: 410mm x 390mm x 200mm, conforme Figura 03.



Figura 03 – Caixa termoplástica.

Fonte: Doalplastic (2022)

Para a instalação das ventosas, as caixas foram preparadas previamente com o conjunto hidráulico e ventosa, conforme Figura 04. A caixa é fechada com tampa hermética, utilizando parafusos que necessitam chaves especiais para sua abertura.



Figura 04 – Caixa termoplástica com conjunto hidráulico.

Fonte: Sabesp (2022)

## INSTALAÇÃO DAS CAIXAS EM CAMPO

A instalação da caixa foi feita conforme os procedimentos construtivos, no dia 02 de maio de 2022 com acompanhamento de fiscalização de obras.

A ventosa foi instalada para expurgar o ar de uma rede de DN150mm por um ramal de PEAD DN32mm, no endereço de um dos reclamantes na Rua Joana de Auvérnia – cota 800. Foi instalado também um dreno para a saída de ar da ventosa (Figura 5d), que foi protegida de contaminações externas.

As etapas da instalação são ilustradas na Figura 05 abaixo.

- a) Abertura da vala
- b) Instalação do ramal de água
- c) Conjunto hidráulico montado (ventosa, registro para fechamento e conexões)
- d) Caixa instalada com dreno
- e) Caixa instalada com o conjunto da ventosa e *data logger* de pressão



Figura 05 – Instalação caixa no passeio.

Fonte: Sabesp (2022)

## MONITORAMENTO DA PRESSÃO

Para a verificação da eficácia da instalação da ventosa, foi instalado um datalogger na Rua Joana de Auvernia, no período de 5 a 12 de maio de 2022, para o monitoramento das pressões no local.

A ventosa iniciou a operação no dia 8 de maio de 2022.

Segue abaixo, na Figura 06, os dados obtidos antes da instalação da ventosa, período de 5 a 12 de maio de 2022

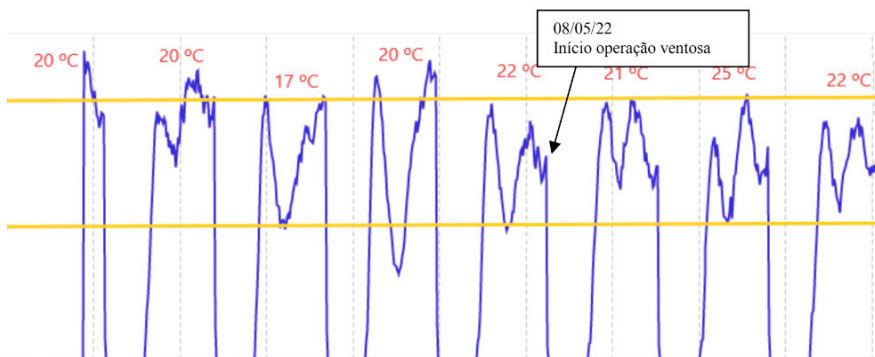


Figura 06 – Gráfico pressão Rua Joana de Auvernia (cota 800) – 05 a 12 de maio/2022.

Fonte: Sabesp (2022)

Para o melhor acompanhamento dos resultados também foi instalado um datalogger para medição de pressão na Rua Libânio do Amaral, local situado na cota 795, um pouco

a baixo do ponto principal. Segue, no Figura 07 abaixo os dados do período de 5 a 12 de maio de 2022.

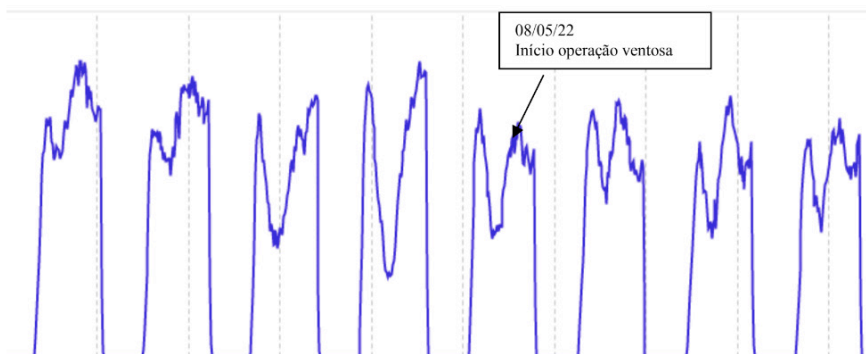


Figura 07 – Gráfico pressão Rua Libânio do Amaral (cota 795) – 5 a 12 de maio/2022.

Fonte: Sabesp (2022)

## RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO

A instalação da caixa termoplástica em passeio agrega benefícios quanto ao baixo custo de construção em relação às caixas convencionais, construídas em blocos estruturais ou aduelas de concreto pré-fabricadas.

A construção da caixa no passeio público reduz custos com reaterros e reposição de pavimentos, comparado à construção no leito asfalto, além de promover redução de riscos de ergonomia laboral.

O valor da instalação de caixa termoplástica em passeio tem um custo médio de R\$ 920,00, considerando os valores da caixa, ventosa e da ligação de água. A caixa convencional em leito asfalto tem um custo médio de R\$ 2.600,00 considerando os valores da caixa, da ventosa e da reposição do pavimento, conforme preços do banco de preços TEV da Sabesp (maio/21). Sendo assim, evidenciamos que o custo da caixa em passeio é mais atrativo, considerando o método construtivo mais simples e rápido.

## RESULTADOS OBTIDOS

Nos dados apresentados nos gráficos 01 e 02 podem ser verificadas as pressões antes após a instalação da ventosa, sendo que após a instalação houve um aumento da pressão medida nos horários de maior consumo, assim como maior estabilidade das pressões ao longo do dia, considerando que as temperaturas médias dos dias medidos foram parecidas, fica comprovado que houve uma melhoria na recuperação do abastecimento, ou seja, mesmo com a instalação de uma maior quantidade de caixas com ventosas de menor capacidade, mais rápida é a expulsão do ar na rede de distribuição, possibilitando

agilidade no atendimento a problemas mais críticos de desabastecimento em curto prazo, proporcionando pressões adequadas nos imóveis por elas atendidos.

Além dos dados mensurados de pressões locais, puderam ser observados também alguns tópicos positivos com a instalação das caixas:

- Produto reconhecido no mercado – as caixas são amplamente utilizadas no mercado do saneamento, sendo comprovadas suas propriedades de resistência e durabilidade.
- Agilidade na execução – a instalação da caixa é rápida e a mão de obra utilizada é a mesma que executa outros serviços de obras de saneamento. As caixas são leves, de fácil manuseio.
- Redução de custo – a instalação da caixa no passeio reduz os custos de instalação de uma ventosa, em comparação às caixas tradicionais, construídas em leito asfalto.
- Segurança – as caixas instaladas no passeio são rasas e de menores dimensões e não configuram espaços confinados, reduzindo os riscos de acidentes de trabalho.

## CONCLUSÕES

A utilização de caixas termoplásticas para a instalação de ventosas em redes de distribuição é uma alternativa às caixas de maiores dimensões, são de baixo custo por ser um produto comercializado há algum tempo no mercado de saneamento, e possibilitam agilidade na sua instalação nos passeios públicos pois as valas abertas são rasas e a mão de obra utilizada é a mesma que executa outras obras de saneamento, como de ligações de água, troca de ramais ou manutenção de obras de redes de pequenos diâmetros. As dimensões da caixa permitem a montagem de um conjunto hidráulico para a ventosa, alguns registros de fechamento e até de um datalogger, não obrigatório, mas que pode ser acrescentado, para complementar estudos de engenharia e operação da ventosa instalada.

A ventosa é um dispositivo de expulsão de ar de redes de distribuição que, normalmente, são dimensionadas e instaladas em redes primárias de maiores diâmetros, porém demonstramos neste trabalho que, caso ocorram situações críticas de baixas pressões com prejuízos ao abastecimento de clientes, ocasionados por bolsões de ar na rede, a opção da instalação de ventosas de menores capacidades em caixas termoplásticas é uma solução imediata, de fácil instalação e de baixo custo que auxilia para melhoria da operação do sistema de água, normalizando o abastecimento, minimizando as baixas pressões e reduzindo as reclamações de clientes, até que sejam instaladas as ventosas de maiores capacidades, conforme os projetos estudados.

## REFERÊNCIAS

1. ABNT, Norma Brasileira NBR 12218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Julho, 1994
2. AQUESTIA, *Directing the Flow*. Disponível em < <https://www.arivalves.com>> Acesso em: 20 mai. 2022.
3. DOALPLASTIC, Conexões para saneamento. Disponível em < <https://www.doalplastic.com.br>> Acesso em: 20 mai. 2022.
4. TSUTIYA, M. T. (2005). *Abastecimento de Água*, 2ª Edição, São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 643 p.

## CAPÍTULO 3

# ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS EM UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM SANTA MARIA – RS

*Data de submissão: 08/11/2022*

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Vitória Tesser Martin**

Universidade Federal de Santa Maria –  
UFSM  
Santa Maria – RS  
<http://lattes.cnpq.br/7446567394981591>

### **Guilherme Silveira Baptista**

Universidade Federal de Santa Maria –  
UFSM  
Santa Maria – RS  
<http://lattes.cnpq.br/3045259604412939>

### **Liriane Élen Böck**

Universidade Federal de Santa Maria –  
UFSM  
Santa Maria – RS  
<http://lattes.cnpq.br/3024823963661986>

### **Bibiana Peruzzo Bulé**

Universidade Federal de Santa Maria –  
UFSM  
Santa Maria – RS  
<http://lattes.cnpq.br/4315728588764370>

### **Cristiano Gabriel Persch**

Universidade Federal do Mato Grosso -  
UFMT  
Cuiabá - MT  
<http://lattes.cnpq.br/3427155717569020>

### **Rutineia Tassi**

Universidade Federal de Santa Maria –  
UFSM  
Santa Maria – RS  
<http://lattes.cnpq.br/7584743367186364>

### **Daniel Gustavo Allasia Piccilli**

Universidade Federal de Santa Maria –  
UFSM  
Santa Maria – RS  
<http://lattes.cnpq.br/3858010328968944>

**RESUMO:** Impulsionada pelo contexto de crescimento populacional, mudanças climáticas, desenvolvimento urbano, industrial e agrícola, a pressão sobre os recursos hídricos atinge níveis que comprometem a sua preservação, sobretudo em centros urbanos. A redução do uso de água potável nas edificações por meio do uso de fontes alternativas para atividades que não exijam potabilidade é uma solução promissora para construções mais sustentáveis. Dentre as fontes alternativas, destacam-se as águas cinzas. Neste trabalho foi avaliada a viabilidade técnica e econômica de implantação de um sistema de reúso de águas cinzas (RAC) em uma edificação multifamiliar localizada



em Santa Maria - RS. Foram elaborados projetos de instalações hidrossanitárias para um sistema convencional e para o mesmo sistema com adaptações para o reúso de águas cinzas, incluindo as instalações de água fria e de esgoto sanitário. Foram realizados orçamentos para as duas concepções de instalações e foi analisado o período de retorno do investimento necessário para a implantação do sistema de RAC. Verificou-se que a implantação do sistema aumentaria em mais de 33% o custo das instalações hidrossanitárias em comparação com o sistema convencional, contudo o investimento seria pago em 7,5 anos, com uma economia mensal de 210 m<sup>3</sup> de água potável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Instalações hidrossanitárias; reúso de águas cinzas; sustentabilidade.

## ANALYSIS OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF IMPLEMENTATION OF A GRAY WATER REUSE SYSTEM IN A MULTIFAMILY BUILDING IN SANTA MARIA – RS

**ABSTRACT:** Driven by the context of population growth, climate change, urban, industrial and agricultural development, the pressure upon water resources reaches a level that threatens its preservation. Reducing the consumption of drinking water in edifices by using alternative sources of water for activities that do not require potability is a promising solution for more sustainable buildings. Among the existing alternative sources, greywater stands out. In this work, the technical and economic feasibility of implementing a greywater reuse system (RAC) in a multifamily residential building located in Santa Maria - RS was evaluated. Plumbing systems were designed for a conventional installation and for an alternative system, including cold water and sanitary sewage. Budgets were made for the two conceptions evaluated and the return on investment necessary for the implementation of the RAC system was analyzed. The implementation of the alternative system would increase the cost of water/sanitary installations by more than 33% compared to the conventional system, however it would also enable a monthly economy of 210 m<sup>3</sup> of potable water, thus the investment would return in 7,5 years.

**KEYWORDS:** Reuse of gray water; sustainability; hydrosanitary facilities.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2020 aponta que o consumo mundial de água aumentou em seis vezes nos últimos cem anos, e continua a crescer a uma taxa constante de 1% ao ano, resultado do crescimento populacional, do desenvolvimento econômico e das mudanças nos padrões de consumo (WWAP/ONU, 2020). Essa crescente demanda, aliada às mudanças climáticas e ações antrópicas, está agravando a situação de regiões que já sofrem com a escassez hídrica, e reduzindo a disponibilidade de água em locais onde os recursos hídricos ainda são abundantes (Alves et al., 2021; IPCC, 2022; WMO, 2022). No cenário brasileiro, a crescente demanda por água também é uma realidade, sendo o abastecimento urbano o uso com segunda maior retirada de água em 2020 (ANA, 2021, SNIS, 2019a). No entanto, a disponibilidade de água no território brasileiro é desigual (Hafner, 2007), de forma que a maior parte da população vive com segurança hídrica média (42%) ou baixa (26%) (ANA,

2021b). Diante desse contexto, torna-se fundamental a utilização de práticas alternativas que prezem pelo controle da demanda de água e seu uso racional. O reúso das águas nas edificações é considerado uma fonte alternativa para atender demandas menos restritivas, especialmente o reúso das águas cinzas claras, provenientes de chuveiros, banheiras, lavatórios, tanques e máquinas de lavar roupa (ABNT, 2019b). Por se tratar de água não potável, as águas de reúso podem ser utilizadas para usos menos nobres, tais como irrigação, lavagem ou descargas de bacias sanitárias, promover um abastecimento alternativo em usos que não oferecem riscos à saúde humana, garantindo a preservação da água potável para o atendimento de necessidades que exijam potabilidade (ANA et al., 2005; Gross et al., 2015; May, 2009; Vuppaladadiyam et al., 2019; Yoonus et al., 2020). No entanto, são escassos os estudos referentes a análises de viabilidade técnica e econômica de sistemas de reúso de águas cinzas em edifícios residenciais no Brasil (Sant' Ana; Medeiros, 2017). O presente trabalho apresenta um estudo de viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema predial de reúso de águas cinzas em um edifício residencial multifamiliar localizado na cidade de Santa Maria – Rio Grande do Sul. Foram realizados os projetos técnicos necessários para as instalações da edificação caso a água potável fosse utilizada para todos os fins como em um projeto convencional (CON) e um projeto alternativo que incluiu a coleta, armazenamento, tratamento e distribuição da água cinza para fins não potáveis nas descargas de bacias sanitárias e na limpeza de áreas comuns da edificação (projeto RAC), analisando as adaptações estruturais e arquitetônicas necessárias. Também foi avaliada a viabilidade econômica através da quantificação de todos os custos necessários para a implementação e manutenção do sistema de reúso, da economia devido à redução do consumo de água potável. Por fim, analisou-se o retorno financeiro do investimento necessário para implantação do sistema com RAC

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Edificação em estudo

Considerando a tipologia de edificações existentes na cidade de Santa Maria, município da região central do Estado do Rio Grande do Sul, selecionou-se um projeto arquitetônico de um edifício multifamiliar com 10 pavimentos, sendo 4 apartamentos de 67 m<sup>2</sup> por pavimento (Figura 1). Destaca-se que no projeto arquitetônico já foram previstos 2 *shafts* em cada apartamento, ou seja, aberturas verticais destinadas à passagem de tubulações hidráulicas, 1 nos banheiros e 1 na cozinha. Para fins de cálculo de consumo de água, foi utilizado como valor de referência dois habitantes por dormitório.

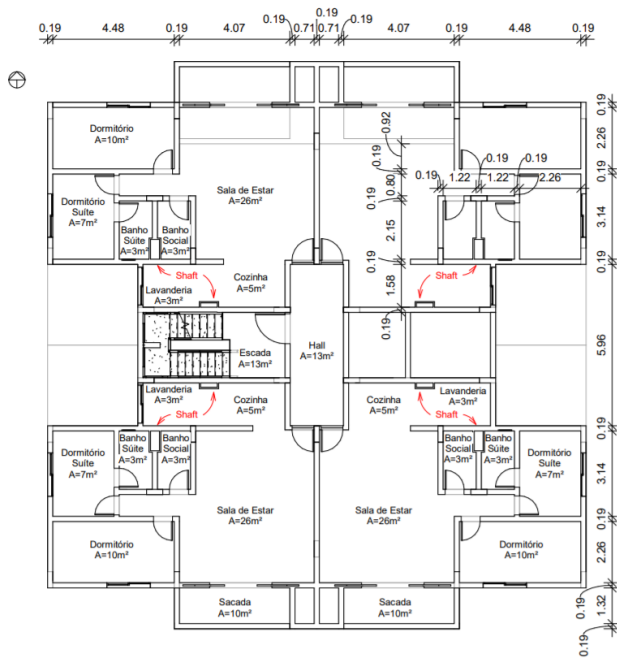


Figura 1 – Planta baixa do pavimento tipo do edifício.

## 2.2 Critérios para o projeto hidrossanitário convencional (CON)

As instalações prediais de água fria, água quente, esgoto sanitário e águas pluviais foram traçadas e dimensionadas de maneira compatível com o projeto arquitetônico, priorizando a solução técnica-economicamente mais viável durante o processo de escolha de material, traçado e dimensionamento. Para a medição do consumo de água, considerou-se hidrômetros individuais posicionados no pavimento técnico localizado na cobertura, resultando em colunas individuais de distribuição de água potável para cada unidade autônoma. Foi utilizado o PVC rígido soldável para as tubulações e conexões para o sistema de alimentação e distribuição de água fria, e nos projetos de água quente optou-se pelo CPVC. As instalações de água fria e de água quente foram projetadas de acordo com as instruções da NBR 5626 (ABNT, 2020), com dimensionamento conforme sugerido na sua versão anterior de 1998 (ABNT, 1998), visto que a atual versão da norma não contempla uma metodologia de dimensionamento das tubulações de distribuição de água. Para o dimensionamento do ramal predial e dos volumes dos reservatórios, foi considerado o consumo de água per capita de 160 L.hab-1.dia-1, de acordo com o consumo médio de água de 148,2 L.hab-1.dia-1 para o estado do Rio Grande do Sul, apontado pelo Diagnóstico SNIS dos Serviços de Água e Esgotos (2019), adicionado de uma parcela de consumo para a limpeza de pisos em áreas comuns do edifício. Quanto às instalações de esgoto sanitário, o projeto foi realizado de acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), com o dimensionamento

das tubulações realizado através do Método das Unidades Hunter de Contribuição (UHC) sugerido pela norma, considerando o PVC.

### 2.3 Critérios para o projeto hidrossanitário com reúso de águas cinzas (RAC)

Para viabilizar o reúso de águas cinzas, foi necessário realizar alterações no projeto hidrossanitário convencional de água fria e de esgotamento sanitário da edificação, de acordo com as premissas da NBR 16782 (ABNT, 2019a) e da NBR 16783 (ABNT, 2019b). O sistema de reúso de águas cinzas foi concebido através da utilização das águas cinzas provenientes dos chuveiros e lavatórios para fins de descarga nas bacias sanitárias e lavagem de pisos de áreas comuns do edifício. O dimensionamento do sistema de coleta de águas cinzas foi realizado de forma semelhante ao de esgoto sanitário, através do método UHC sugerido pela NBR 8160 (ABNT, 1999). Para o tratamento das águas cinzas, selecionou-se uma Estação Compacta de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) disponível comercialmente. Além disso, para viabilizar a utilização de água não potável nas bacias sanitárias e limpezas de áreas comuns com distribuição por gravidade, foi necessária a introdução de um reservatório superior para armazenamento de águas cinzas após tratamento, de um sistema elevatório independente do sistema de água potável, e uma rede de distribuição de água não potável, que também implicou em modificações do projeto de água fria potável elaborado previamente. A demanda de água não potável foi estimada através do percentual médio dos valores de referência apresentados em diferentes estudos (Tabela 1), e a rede de distribuição de água cinzas tratadas até os pontos de utilização foi dimensionada de forma semelhante à rede de água potável, através do método dos pesos relativos proposto na versão de 1998 da NBR 5626 (ABNT, 1998).

<b>Autor</b>	<b>Bacia Sanitária</b>	<b>Chuveiro</b>	<b>Lavatório</b>	<b>Áreas Externas</b>
HAFNER (2007)	22	37	7	3
IKEDO apud PETERS (2006)	33	25	-	-
ALMEIDA et al apud PETERS (2006)	31	12	13	-
Empreend. Horizontal MIERZWA et al (2006)	7	55	15	3
Empreend. Vertical MIERZWA et al (2006)	8	61	17	0
OLIVEIRA (2004) apud OLIVEIRA (2006)	41	37	-	7
Residência 1 OLIVEIRA (2005)	30	33	3	-
Residência 2 OLIVEIRA (2005)	26	46	7	-
LINDSTROM (2004) apud FIORI (2005)	40	30	-	-
SANTOS (2002) apud FIORI (2005)	5	55	-	-
TOMAZ (2000) apud FIORI (2005)	35	27	6	3
MIELI (2001) apud BAZZARELA (2005)	20	20	20	10
USP apud DECA (2008)	29	28	6	-

IPT apud DECA (2008)	5	54	7	-
BARRETO (2008)	5,5	13,9	4,2	-
GISHI e FERREIRA (2007)	21,9	14,9	10,6	-
GUISHI e OLIVEIRA (2007)	28	39,2	2,25	-
FIORI e PIZZO (2008)	-	48,2	14,9	-
<b>MÉDIA</b>	<b>23</b>	<b>35</b>	<b>9</b>	<b>4</b>

Tabela 1 – Distribuição do consumo de água nas residências, em % com relação ao consumo diário adaptado de Costa e Ilha (2009) apud Biazus (2015).

Foi considerado um dispositivo *by-pass* do sistema de tratamento conectado ao sistema de esgotamento sanitário para a realização de manobras hidráulicas em situações de manutenção ou de emergência.

## 2.4 Análise econômica

Com o objetivo de analisar o acréscimo dos custos de fornecimento e implantação das instalações hidrossanitárias em função da adoção do sistema de reúso de águas cinzas em comparação com um sistema convencional, realizou-se o orçamento para as duas tipologias de instalações analisadas nesse estudo: CON e RAC. Os custos foram levantados considerando o material, a mão de obra de instalação e custos de manutenção. Os orçamentos foram elaborados a partir dos custos unitários de fornecimento e de instalação desonerados obtidos na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI do mês de dezembro de 2020. Já o custo das componentes do sistema de tratamento de águas cinzas foi obtido a partir de cotação com fornecedores comerciais. Para estimar o tempo necessário para que o valor de investimento inicial para a instalação e manutenção do sistema de RAC fosse recuperado e, a partir desse momento, passasse a produzir retorno financeiro (período de retorno do investimento), utilizou-se o método do *payback* descontado, considerando a atualização mensal do valor investido a partir da taxa mínima de atratividade de 0,17% ao mês, valor médio da poupança para o ano de 2020. A diferença entre os custos do sistema COM e RAC foi considerada para a realização de todas as análises. A contabilização dos benefícios ocorreu a partir da economia mensal de água potável, obtida a partir do sistema tarifário da Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN em vigência a partir de outubro de 2020, considerando o volume de água economizado por mês em decorrência da implantação do sistema e da demanda estipulada. Em relação aos custos, considerou-se os de funcionamento e manutenção do sistema em decorrência dos gastos de energia elétrica em função do funcionamento das bombas de recalque do sistema de reúso de águas cinzas, a partir das tarifas vigentes a partir de outubro de 2020 homologadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, e de produtos químicos para o tratamento de águas cinzas cotados com empresas fornecedoras.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Edificação em estudo

A população estimada para a edificação foi de 160 habitantes, resultando em um consumo de água diário igual a 25.600 L. O traçado e o diâmetro das tubulações de água fria e de água quente dos apartamentos foi padronizado, através da utilização de tubulações comumente utilizadas em áreas internas, com 25 mm e 22 mm de diâmetro, respectivamente, e optou-se por aquecedores de passagem à gás (GLP) individuais para o sistema de aquecimento de água. Em relação às instalações de esgoto sanitário, foram utilizados os *shafts* dos banheiros e das cozinhas para alocar os tubos de queda que recebem os efluentes dos banheiros, lavanderias e cozinhas, todos dotados com ventilação secundária, além do uso de ventilação primária.

### 3.2 Projeto com reúso de águas cinzas

A adaptação do projeto de instalações de esgoto sanitário para coleta de águas cinzas ocorreu através da inserção de um tubo de queda de 100 mm nos *shafts* dos banheiros, responsável por receber os efluentes provenientes das caixas sifonadas dos banheiros, essas conectadas aos lavatórios e chuveiros. Os ramais de descarga das bacias sanitárias foram ligados aos tubos de queda já existentes no projeto CON. Manteve-se o sistema de ventilação das caixas sifonadas, com a inserção de um ramal de ventilação do tubo de queda que conduz águas negras. A Figura 2 apresenta a disposição das tubulações de esgoto sanitário, de coleta de águas cinzas e de ventilação localizadas nos banheiros. A Estação Compacta de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) comercial foi posicionada no pavimento térreo, com capacidade de tratamento de 1.000 L.h<sup>-1</sup>, valor condizente com o volume de águas cinzas produzidas diariamente.

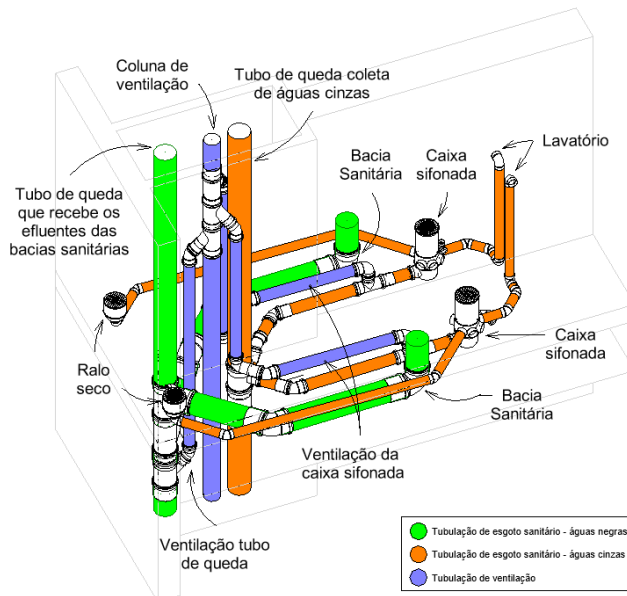


Figura 2 – Esquema de coleta de águas cinzas nos banheiros dos apartamentos.

Mantendo os parâmetros de população de projeto e consumo diário per capita de água do projeto convencional para o sistema de RAC, estima-se a produção diária de 11.300 litros de águas cinzas, e o consumo de 7.000 litros de águas cinzas tratadas. Adotou-se um sistema de distribuição indireto das águas cinzas tratadas para os pontos de consumo, com um reservatório inferior localizado no térreo, com capacidade de armazenamento de 5.000 L, e um superior alocado no pavimento técnico, com capacidade de 7.500 L e com alimentação alternativa de água potável. Para o recalque da água tratada até o reservatório de distribuição, optou-se por uma bomba de 0,25 CV que deverá funcionar 6 horas por dia. Próximo ao ponto de utilização da bacia sanitária, foi prevista uma espera de água potável caso o usuário opte pela não utilização de água não potável na descarga da bacia sanitária, conforme a Figura 3 que exemplifica o sistema de distribuição de água CON e RAC no banheiro social.

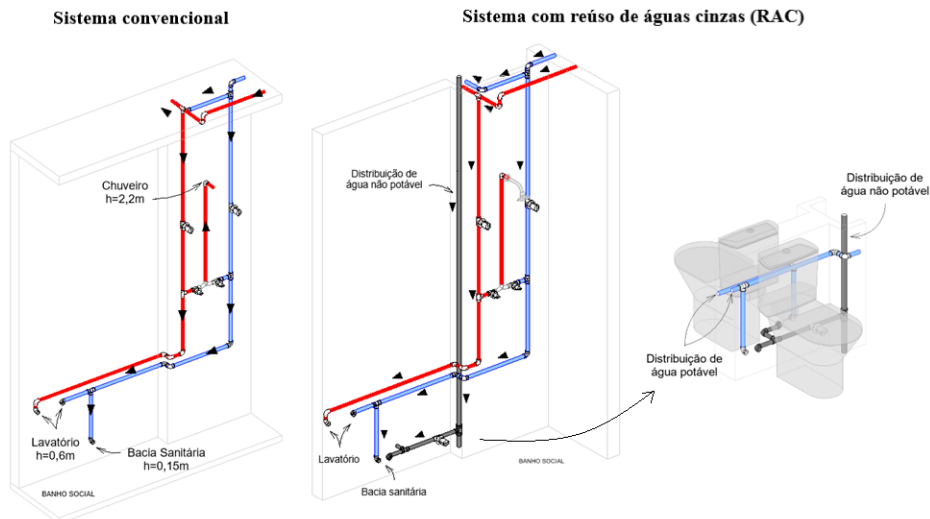


Figura 3 – Esquema de sistema de distribuição de água CON e RAC no banheiro social dos apartamentos.

### 3.3 Análise econômica

Os acréscimos percentuais de custos de implantação do projeto concebido com a adoção de sistema de reúso de águas cinzas (RAC) em comparação com uma concepção convencional (COM) são apresentados na Tabela 2. O acréscimo do custo de fornecimento e instalação do sistema hidrossanitário com previsão para reúso de águas cinzas em relação às instalações convencionais foi de 33%. A ETAC foi o componente de maior valor do sistema, representando 68% do aumento dos custos. Ressalta-se que, para sistema com RAC, houve alteração nos projetos e nas quantidades dos elementos (tubos, conexões, válvulas etc.) das instalações de esgoto sanitário, água fria, e a necessidade de incorporar um sistema elevatório adicional. Os sistemas de águas pluviais e de água quente não precisaram ser alterados.

Água Fria	Água Quente	Esgoto Sanitário	Águas Pluviais	Custo Total
9,76%	0,00%	98,75%	0,00%	33,16%

Tabela 2 – Acréscimo percentual de custos de fornecimento e implantação de instalações hidrossanitárias com sistema de reúso de águas cinzas em relação às instalações convencionais.

Em relação ao período de retorno do investimento necessário para cobrir os custos adicionais com a implantação do sistema de reúso de águas cinzas, o tempo de retorno é estimado em 7,5 anos, representando uma economia média mensal de água potável de 210 m<sup>3</sup>.



## 4 | DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Visando a avaliação do potencial de implementação de práticas alternativas que prezem pelo controle da demanda de água e seu uso racional no meio urbano, este estudo objetivou a análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de reúso de águas cinzas em um edifício residencial multifamiliar. Foi possível incluir o sistema de reúso de águas cinzas e de distribuição de água não potável sem a necessidade de adaptações arquitetônicas e estruturais, tendo em vista que o projeto arquitetônico já previa espaços adequados para a passagem das tubulações. Contudo, foram necessárias modificações significativas nas instalações de água fria e de esgotamento sanitário, a fim de possibilitar a coleta, armazenamento, tratamento e distribuição da água cinza tratada. Em relação à análise econômica, o sistema com reúso de águas cinzas representou um aumento de mais de 33% no custo de fornecimento e instalação, em comparação com as instalações hidrossanitárias convencionais. Apesar disso, esse sistema se mostrou capaz de atender 100% da demanda de água em descargas de bacias sanitárias e lavagem de pisos em áreas comuns do edifício analisado. Dessa forma, esse investimento teria retorno após 7 anos e 6 meses de sua implementação. Embora o investimento inicial para implantação do sistema seja significativo comparado ao custo total das instalações hidrossanitárias na edificação, a sua eficiência para o caso estudado implica em uma economia mensal de 210 m<sup>3</sup> de água potável para o edifício, o que representa mais de 25% da demanda de água potável em um sistema convencional. Também se destaca que a economia de água potável também acarreta benefícios ambientais, cujos valores não foram avaliados neste estudo

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS

ALVES, L.M.; CHADWICK, R.; MOISE, A.; BROWN, J.; MARENGO, J. A. **Assessment of rainfall variability and future change in Brazil across multiple timescales**. International Journal of Climatology. 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Relatório de Conjuntura de recursos hídricos no Brasil**. Brasília - DF. ANA. 2021a.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas Águas (2021): segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília - DF. ANA. 2021b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**, Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto execução.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16782: Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes.** Rio de Janeiro, 2019a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.** Rio de Janeiro, 2019b.

BEZERRA, V. R. et al. **Soluções Sustentáveis No Uso De Águas Subterrâneas Na Cidade De João Pessoa – Pb.** MIX Sustentável, v. 6, n. 3, p. 19–26. 2020.

BLAZUS, A. C. **Reúso de águas cinzas para fins não potáveis em edificação residencial multifamiliar.** Passo Fundo - RS. p. 77. 2015.

COSTA, C. H. A.; ILHA, M. S. O. **Legislação para aproveitamento de águas cinzas em edifícios residenciais: o caso da cidade de Guarulhos.** XI Simpósio Nacional de Sistemas Prediais - SISPREL. Paraná, Brasil, 2009

GROSS, A.; MAIMON, A.; ALFIYA, Y.; FRIEDLER, E. **Greywater Reuse.** CCR Press. Boca Raton, FL, EUA, 283 p. 2015.

HAFNER, A. V. **Conservação e reúso de água em edificações - experiências nacionais e internacionais.** Journal of Chemical Information and Modeling, v. 53, n. 9, p. 1689–1699. 2007.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Chapter 4: Water**, in Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Org. por Caretta, M.A., A. Mukherji. Cambridge University Press. In Press, 213 p. 2022.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) - USP, São Paulo - SP, 200 p. 2009.

ROMAN, C. A. **Controle da drenagem na fonte e sua compatibilização ao plano municipal de saneamento ambiental de Santa Maria.** Dissertação (Mestrado), p. 151, 2015.

SANT'ANA, D. R.; MEDEIROS, L. B. P. **Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações: padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção.** Relatório técnico. UNB, Brasília-DF. 2017.

SNIS. **Abastecimento de água.** Journal of Chemical Information and Modeling, v. 53, n. 9, p. 1689–1699. 2019a.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. Journal of Chemical Information and Modeling, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2019b.

VUPPALADADIYAM, A.K.; MERAYO, N.; PRINSEN, P. et al. **A review on greywater reuse: quality, risks, barriers and global scenarios**. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, v. 18, p. 77–99, mar. 2019.

WMO – World Meteorological Organization. **State of Global Climate 2021**. WMO, 57 p. 2022.

WWAP/ONU. **Água E Mudança Climática. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. UNESCO World Water Assessment Programme, 12 p. 2021.

YOONUS, H.; AL-GHAMDI, S.G. **Environmental performance of building integrated grey water reuse systems based on Life-Cycle Assessment: A systematic and bibliographic analysis**. Science of The Total Environment. v. 712, n. 136535, abr. 2020.

# DISCUSSÃO SOBRE LOGÍSTICA REVERSA E O DESCARTE INADEQUADO DAS EMBALAGENS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO COM ENFOQUE NO RIO PINHEIROS

*Data de aceite: 02/01/2023*

**Eliana Bôa Ventura**

Fundação Escola de Sociologia e Política  
do Estado de São Paulo FESP SP  
MBA em Saneamento Ambiental  
São Paulo

Artigo Científico apresentado à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Saneamento Ambiental, sob orientação da professora Dra. Luciana Pranzetti Barreira.

**RESUMO:** O constante aumento de lixo retirado do rio Pinheiros no município de São Paulo traz à tona um problema que existe em grandes cidades: a destinação correta dos resíduos sólidos urbanos e das embalagens pós-consumo. Neste cenário, este trabalho que teve como base a pesquisa bibliográfica, traz uma discussão sobre a logística reversa e os acordos setoriais de embalagens, instrumentos importantes para a destinação correta dos resíduos sólidos urbanos, impactando na diminuição dos resíduos direcionados aos aterros sanitários e, possivelmente, para a diminuição da quantidade de lixo disposto

de forma inadequada. Para o alcance dos objetivos e metas da logística reversa serão necessárias mais do que ações estruturais (investimentos em equipamentos, por exemplo), mas também ações estruturantes que forneçam suporte político e gerencial, além de programas de educação ambiental permanentes e constantes, especialmente em áreas mais vulneráveis e carentes de serviços considerados mais básicos. O caminho para se obter melhores resultados nos processos de logística reversa passa pela integração, pelo diálogo entre as partes envolvidas, pelas decisões do poder público com participação do setor privado e da população, pelo desenvolvimento de políticas públicas de educação, habitação e saneamento integradas para que percebam lacunas que podem ser preenchidas quando de sua elaboração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística reversa. Resíduos Sólidos Urbanos. Reciclagem. Acordo Setorial. Disposição Final Inadequada.

**ABSTRACT:** The constant increase in trash removed from the Pinheiros River in São Paulo brings up a problem that exists in large cities: the correct disposal of solid urban residue and post-consumer

packaging. In this scenario, this work brings a discussion about the reverse logistics and the sectorial packaging agreements, important instruments for the correct disposal of solid urban waste impacting on the reduction of waste sent to landfills and possibly for the reduction of waste disposed improperly. To achieve the objectives and goals of reverse logistics, more than structural actions (investments in equipment, for example) will be necessary, but also structural actions that provide political and managerial support, in addition to permanent and constant environmental education programs, especially in areas most vulnerable and in need of services considered more basic. The way to obtain better results in reverse logistics processes is through integration, dialogue between the parties involved, decisions by the government with the participation of the private sector and the population, development of public policies for education, housing and integrated sanitation for perceive gaps that can be filled when they are elaborated.

**KEYWORDS:** Reverse Logistics. Solid Urban Waste. Recycling. Sectoral Agreement. Inadequate Final Disposal.

“A partir do momento que o resíduo reciclável não tem a destinação correta, você deixa de gerar a economia da coleta seletiva. É um desperdício de recurso financeiro e você também minimiza a possibilidade de geração de trabalho e renda” (AMARAL, 2020, presidente da Cooperativa de Reciclagem Crescer)

## 1 | INTRODUÇÃO

A quantidade de lixo retirado diariamente do Rio Pinheiros pela Empresa Metropolitana de Águas e Energia – EMAE tem aumentado consideravelmente nos últimos anos.

Em 2019, a EMAE informou ter retirado com suas embarcações e equipamentos, aproximadamente 9.000 toneladas de lixo, que foram destinados a aterros sanitários oficiais (RELATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE, 2019). Em 2018 a quantidade de lixo esteve em torno de 5.760 toneladas (RELATÓRIO SOCIOAMBIENTAL, 2018).

Todo o material coletado pela EMAE, exceto os pneus, é encaminhado para aterros da Prefeitura de São Paulo, por estar contaminado. Já os pneus seguem para a Subprefeitura do Campo Limpo, que os destina à reciclagem (GOVERNO DE SÃO PAULO, 2020).

Segundo a EMAE, quase todo lixo vem pelos córregos que desaguam no Rio Pinheiros. Cerca de 40% são materiais plásticos, principalmente garrafa PET, que não podem ser reciclados por estarem contaminados (G1, 2020). No Brasil, a Lei nº 12.305- Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) aprovada em 2010 adotou o princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos, envolvendo fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. Ou seja, todos os atores têm responsabilidades na gestão dos resíduos. A questão primordial é que

essas responsabilidades, por não serem muito bem definidas, acabam influenciando negativamente a gestão de resíduos.

No caso da logística reversa, os art. 31 e 33 da PNRS apresentam a obrigatoriedade de implantação do sistema de logística reversa para alguns tipos de resíduos, como agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus e produtos eletroeletrônicos. Outros tipos de resíduos são passíveis de acordos setoriais entre as empresas e demais atores envolvidos, como é o caso, por exemplo, das embalagens em geral, foco deste artigo.

O objetivo deste artigo é apresentar, por meio de pesquisa bibliográfica, como está ocorrendo a implementação da logística reversa de embalagens no estado de São Paulo e, especialmente, no município de São Paulo. A proposta é discutir ainda, como as ações de logística reversa podem contribuir, mesmo que indiretamente, para a destinação adequada desses materiais que acabam indo para os rios e córregos da região metropolitana de São Paulo e, conseqüentemente, ao Rio Pinheiros.

## **2 I RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA E A LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS EM GERAL**

No Brasil, a responsabilidade dos produtores sobre seus resíduos pós- consumo, ganhou força com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), a Lei nº 12.305, a qual definiu, em seu artigo 3º, inciso XII a Logística Reversa como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (Lei 12.305/2010, art. 3º, inc.XII).

Por esta definição verifica-se que a logística reversa deve garantir o retorno dos materiais aos ciclos produtivos para reuso, reciclagem, ou uma destinação final ambientalmente adequada, quando não houver tecnologia ou viabilidade econômica para revalorização dos resíduos.

A PNRS inclui uma série de instrumentos inovadores, como a responsabilidade compartilhada, de modo a assegurar a coleta e a destinação correta dos resíduos pós-consumo, a exigência de um Acordo Setorial (AS) e a inclusão das cooperativas de catadores como fornecedores de serviços na cadeia reversa (DEMAJOROVIC, 2017). Dessa forma, a logística reversa e a coleta seletiva são instrumentos para aplicação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada aborda a necessidade de estabelecer os sistemas de logística reversa e deve incluir a mudança no projeto de produtos, na organização das coletas dos resíduos pelas prefeituras e até mesmo no comportamento dos consumidores. A necessidade do engajamento social nesse processo, parte do princípio de que o

indivíduo é responsável pelo resíduo que consome, que gera e que precisa ser descartado corretamente (RIBEIRO,2019).

Em novembro de 2015 foi assinado o acordo setorial entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, para a implantação da Logística Reversa de Embalagens em geral com o objetivo de ampliar a coleta seletiva no Brasil e garantir a destinação final ambientalmente adequada das embalagens, conforme definido no Decreto nº 7.404/2010 (COALIZÃO, 2020).

A Coalizão Embalagens, formada em 2012, é o grupo de 14 organizações do setor empresarial de embalagens, que representam cerca de 850 empresas, entre fabricantes de produtos, usuários de embalagens dos setores de alimentos, bebidas, produtos para animais de estimação e tintas, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos embalados (COALIZÃO, 2020), a qual assinou o acordo setorial.

O acordo prevê a expansão da coleta seletiva, tendo como objetivo ampliar os índices de reciclagem no Brasil e com o encaminhamento desses materiais às cooperativas de catadores (SINIR, 2018).

As referidas embalagens podem ser compostas de papel e papelão, alumínio, plástico, aço, vidro, ou ainda pela combinação destes materiais como, por exemplo, as embalagens longa vida (SINIR, 2020).

A primeira fase de implementação do sistema de logística reversa no Brasil teve duração de 24 meses, entre o período de novembro de 2015 a novembro de 2017, com uma meta de destinação final ambientalmente adequada de 3.815 toneladas de embalagens por dia. Inicialmente o acordo setorial foi implementado em grandes centros consumidores, como as cidades e regiões metropolitanas de Belo Horizonte, Cuiabá, Curitiba, Distrito Federal, Fortaleza, Manaus, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo (SINIR, 2020).

Está contemplado no acordo o apoio às cooperativas de catadores de materiais recicláveis e parcerias com o comércio para instalação de Pontos de Entrega Voluntária – PEV, que são locais estrategicamente definidos, de fácil acesso e com grande fluxo de pessoas como escolas, centros esportivos, supermercados, praças, condomínios, bibliotecas, entre outras, bem como a possibilidade de celebração de acordos entre os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos municipais e as entidades participantes (SINIR, 2020).

A segunda fase de expansão, após a finalização da fase 1 em novembro de 2017, deveria estabelecer novas metas quantitativas bem como prever a expansão dos sistemas para cidades além das previstas inicialmente. No momento, a fase dois do acordo está em negociação.

Uma das metas da Coalizão era desenvolver e apoiar as cooperativas de catadores, por meio de ações de assessoria na formação, legalização e adequação da situação contábil, passando pelo treinamento e capacitação dos catadores com relação à educação

ambiental básica e aos processos de separação, valorização e comercialização dos materiais recicláveis, bem como o treinamento e capacitação das cooperativas para acesso a linhas de financiamento e créditos disponíveis (COALIZÃO, 2020).

Estão apresentados no Quadro 1, as metas e resultados em relação às cooperativas de catadores e instalação e manutenção de PEV obtidos para o país, conforme Relatório Final fase 1 de novembro de 2017, publicado no site da Coalizão.

Descrição	Levantamento (ano 2010)	Meta para o ano de 2018	Resultados alcançados até nov/2017(*)
Número de cooperativas	140	438	355
Número de PEV	215	645	1502

QUADRO 1 – Metas e resultados do Acordo Setorial – Brasil

Fonte: Relatório Técnico (\*) Dat

Na fase 1, a meta em relação ao aumento da quantidade de cooperativas, ou da capacidade de processamento era passar de 140 que havia em 2010 para 438 em 2018 nas Cidades Sede. Foi atingida 81% da meta estabelecida (meta: 438 – realizado 355). Em relação ao número de PEV, a meta era triplicar a quantidade até 2018, passando de 215 (levantamento 2010) para 645. Este número é superado em 233% quando são contabilizados os PEV que fazem parte do Sistema promovido pela Coalizão, somente consideradas as Cidades Sede, conforme demonstrado no Quadro 1 (RELATÓRIO FINAL FASE 1, 2017). É importante salientar que a implantação de PEV, em comparação às cooperativas, é uma ação muito mais simplificada sob o ponto de vista técnico, justificando o alcance e superação das metas.

As informações referentes a quantidade de resíduos coletados nos PEV são fornecidas prioritariamente pelas cooperativas, devido à dificuldade de contabilizá-las de outra forma.

No Brasil, até 2017 foram apoiadas pela Coalizão 802 organizações de catadores - Cooperativas e Associações, sendo 355 localizadas naqueles municípios definidos como prioritários e que compõem a fase 1. No total foram realizadas 4487 ações voltadas para estas organizações de catadores. As ações realizadas nestas organizações foram voltadas para capacitação, gestão, estruturação, adequação, sendo que 2.305 foram realizadas em municípios prioritários (RELATÓRIO FINAL, 2017).

O acordo setorial previa uma redução de, no mínimo, 22% das embalagens dispostas em aterros até 2018, o que corresponde a, no mínimo, de 3.815 t/dia. Esta meta tornou-se inviável devido à queda na geração de resíduos recicláveis ocorrida no período. Ainda assim, houve um aumento de volume recuperado de 1.533 t/dia (RELATÓRIO FINAL, 2017).



No Brasil, o volume de embalagens dispostos em aterros reduziu 21,3%, sendo que a meta ajustada devido à diminuição da geração de resíduos era de 13,3%, ou seja, a redução superou a meta estabelecida. A taxa de recuperação da fração seca aumentou em 28,6% em relação à 2012, superior à meta ajustada que era de 19,8% (RELATÓRIO FINAL, 2017).

## 2.1 A Logística Reversa de Embalagens no estado de São Paulo e município

Anteriormente à promulgação da PNRS, o estado de São Paulo já havia instituído a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) por meio da lei nº 12.300 de 2006, que foi regulamentada somente em 2009 pelo Decreto Estadual nº 54.645/2009.

Pelo contexto em que o estado de São Paulo está inserido, com uma legislação anterior à PNRS, com condições institucionais e de infraestrutura, em geral, melhor do que os outros estados da federação, e devido a crescente pressão do Ministério Público, das prefeituras e dos consumidores, fez com que o estado definisse uma estratégia própria para a implantação da logística reversa. Com a promulgação da PNRS, São Paulo decidiu implantar a Logística Reversa em paralelo com as ações do governo federal e buscou fazer da PERS uma política de desenvolvimento para o estado gerando oportunidades de negócio, emprego, renda e arrecadação (RIBEIRO, 2019).

De acordo com Ribeiro (2019) a estratégia foi definida a longo prazo e dividida em três fases:

- **Fase 01** (2011-2014): abertura do diálogo, chamando propostas a serem negociadas com vistas a reconhecer sistemas piloto na forma de Termos de Compromisso, com foco na indústria e eventuais importadores;
- **Fase 02** (2015-2021): ampliação da estratégia para toda a indústria, por meio de regulamentação, e inclusão do comércio e dos municípios nos Termos de Compromisso; e
- **Fase 03** (2021-2025): incorporação dos resultados na legislação, consolidando os avanços obtidos.

Ao final de 2014, a Secretaria de Meio Ambiente (SMA) e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) haviam assinado Termos de Compromisso (TC) com todos os setores de embalagens. Como resultados numéricos, os sistemas reconhecidos pelos TC foram responsáveis, em 2014, pela operação de cerca de 13 mil pontos de entrega/coleta/ recebimento em todo o estado, que coletaram e deram a correta destinação a mais de 350 mil toneladas/ano de resíduos, além de proporcionar (no caso de embalagens em geral), o apoio a 35 cooperativas de catadores (RIBEIRO, 2019).

A base dos trabalhos de logística reversa no estado são os Termos de Compromisso firmados entre o poder público, representados pela SMA e pela CETESB, e o setor privado.

O Termo de Compromisso de Logística Reversa de Embalagens em Geral (TCRL) faz

parte dessa base e foi firmado em maio de 2018 entre a Secretaria de Meio Ambiente (SMA) e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e simboliza o compromisso de entidades e empresas participantes para a melhoria da gestão das embalagens pós-consumo para o adequado cumprimento da legislação ambiental (FIESP, 2020).

O objetivo geral do termo é a reinserção ao sistema produtivo de embalagens, após o uso pelo consumidor, das embalagens que atualmente estão sendo destinadas aos aterros sanitários. Foram firmadas parcerias entre as empresas operadoras do sistema público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como com cooperativas de catadores de resíduos sólidos urbanos (FIESP, 2020).



FIGURA 1 – Fluxo do Termo de Compromisso de Logística Reversa

Fonte: FIESP, 2020

Segundo a FIESP (2020), a vantagem do Sistema de Logística Reversa é a rastreabilidade do processo (Figura 2), realizado por empresa Certificadora, que tem entre as suas funções a homologação dos Operadores, o levantamento da massa de embalagens dos fabricantes; a checagem da origem e validade das notas fiscais, da operação de venda do material, entre outros. Ao final, todo o processo é checado por auditoria externa.



FIGURA 2 – Fluxo da Rastreabilidade do Processo

Fonte: FIESP, 2020

Atualmente, devido à pandemia, a comercialização dos resíduos está sendo realizada de maneira remota. A última concorrência foi realizada em junho do corrente ano (2020) e trouxe os seguintes resultados com a participação de 121 empresas e comercialização de 6.945 t de material reciclável, conforme Gráficos 1 e 2 (FIESP,2020).

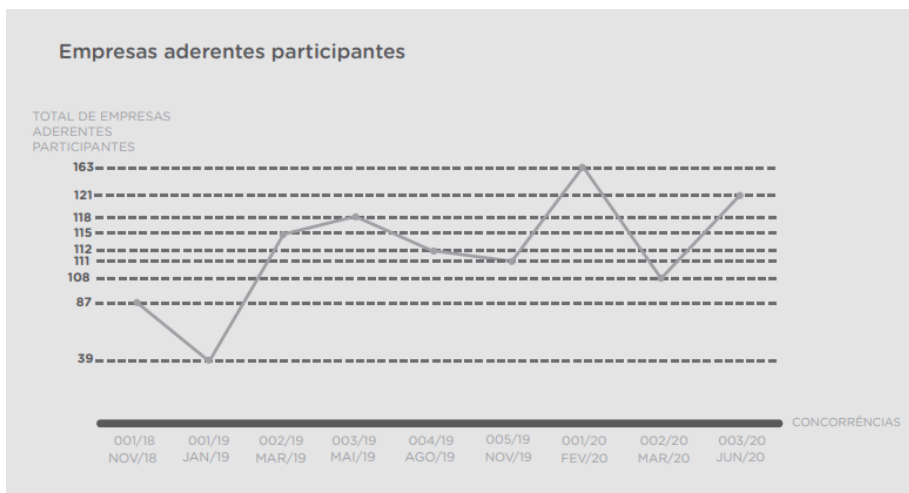


Gráfico 1 – Empresas Aderentes Participantes

Fonte: Resultados da Concorrência (nº 003/2020) de Certificados de Reciclagem do Estado de São Paulo

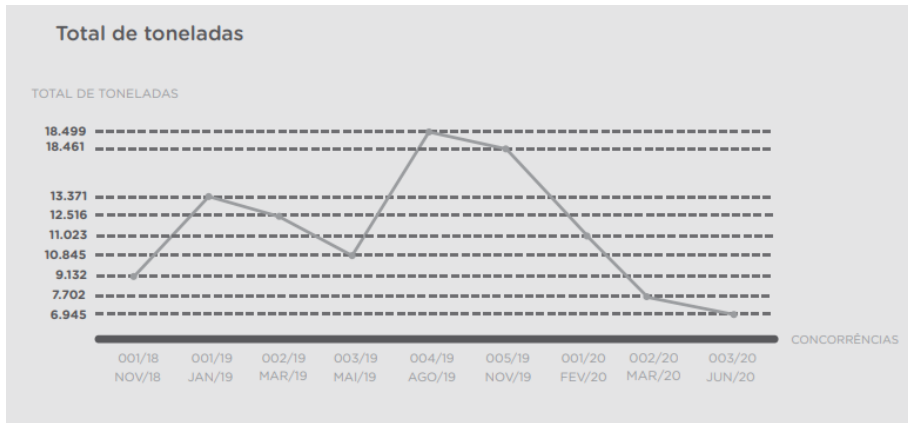


Gráfico 2 – Total de Toneladas Comercializadas

Fonte: Resultados da Concorrência (nº 003/2020) de Certificados de Reciclagem do Estado de São Paulo

Em relação ao acordo setorial das embalagens em geral, de acordo com a FIESP, (2020) o município de São Paulo apresenta os seguintes resultados:

Foram apoiadas 49 cooperativas de catadores e realizadas 531 ações focadas em estruturação das cooperativas e associações de catadores na primeira fase, no período de 2015 a 2017.

Em relação ao aumento do número de cooperativas, ou capacidade de processamento no município, este número passou de 20 em 2010 para 80 em 2017.

No município foram instalados 554 PEV, produtos de parcerias entre fabricantes, importadores de produtos comercializados em embalagens, distribuidores e comerciantes participantes do Acordo Setorial que contribuem, para o retorno das embalagens pós-consumo aos produtores, os quais são destinados às cooperativas de catadores cadastradas ou para o Comércio Atacadista de Materiais Recicláveis para a comercialização e correta destinação final (RELATÓRIO FINAL, 2017).

## 2.2 O caminho inadequado das embalagens no município de São Paulo: os rios

O município de São Paulo, cidade com a maior quantitativo populacional do país, atualmente com 11.869.660 habitantes (SEADE, 2020) traz em sua agenda diária, grandes desafios para dispor de forma adequada, os seus resíduos sólidos urbanos. Atualmente a cidade apresenta índices de 100% de coleta de resíduos domésticos para sua população urbana, que pode ocorrer diariamente dependendo da localidade e 100% de atendimento em coleta seletiva (SNIS, 2020).

Em 2018, a coleta de resíduos sólidos no município atingiu o total de 3.811.785 toneladas (t), conforme Gráfico 3, que são dispostos em 3 aterros sanitários, sendo

dois aterros privados e um sob objeto de concessão: Aterro Sanitário Caieiras, Centro de Disposição de Resíduos (CDR) Pedreira e Central de Tratamento Leste (CTL) (PMSP, 2020).

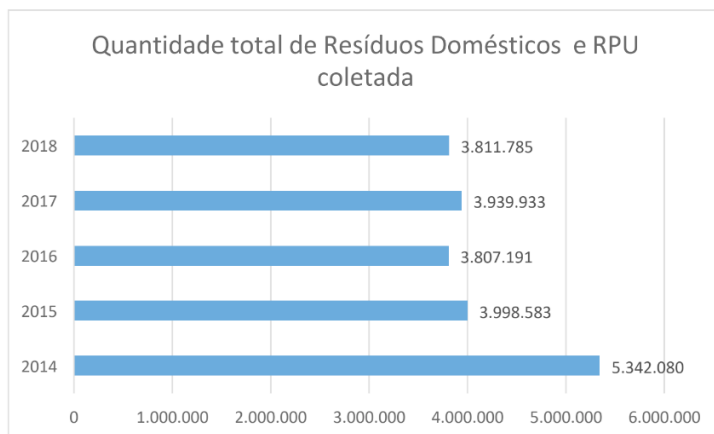


Gráfico 3 - Quantidade de Resíduos Domésticos e Resíduos Públicos, São Paulo/SP, 2014 a 2018

Fonte: Painel de indicadores (MMA, 2020)

O gráfico 3 apresenta uma tendência de queda da quantidade de resíduos coletados nos últimos 5 anos. Além do consumo da população, a disposição final adequada em aterros, torna-se outro desafio, pois o município, além de possuir aterros já desativados, não possui área disponível para a construção de novos aterros sanitários.

Embora com 100% de atendimento de coleta domiciliar no município de São Paulo, nem toda a população do município é atendida pela coleta. Esse índice diminui para 99% quando falamos da população total do município, ou seja, um quantitativo ao redor de 107.565 habitantes (MMA,2020).

Parte dos materiais não coletados chegam indevidamente aos rios do município. Temos como exemplo, a empresa EMAE que demonstra em seus Relatórios Socioambientais a quantidade de lixo retirada nos últimos anos do rio Pinheiros que transpassa o município de São Paulo, conforme Gráfico 4.

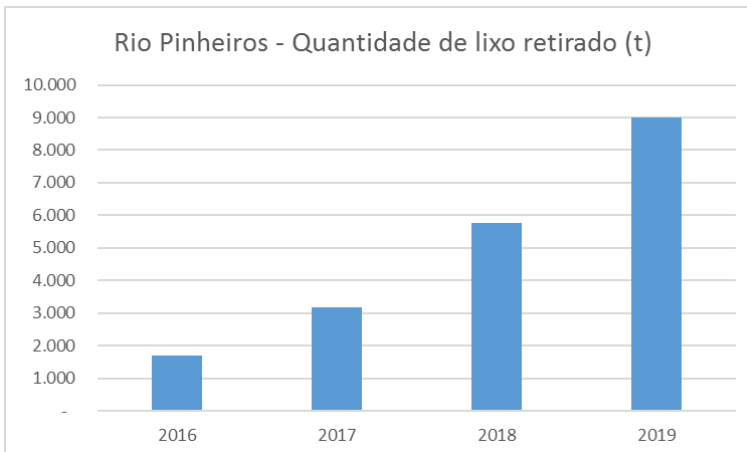


Gráfico 4 – Quantidade de Lixo Retirado do Rio Pinheiros

Fonte: Relatórios Socioambientais – EMAE 2016 à 2018 e Relatório de Sustentabilidade 2019

A figura 3 a seguir mostra a atividade de retirada de materiais descartados de forma inadequada no rio Pinheiros.

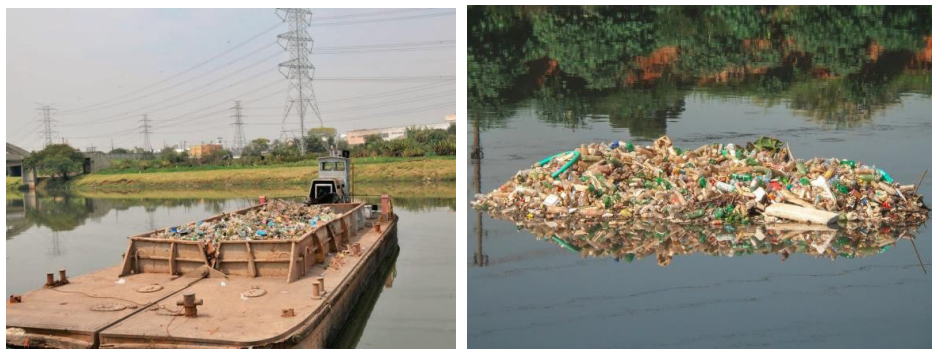


Figura 3 - Materiais Descartados de Forma Inadequada Nos Rios de São Paulo

Fonte: Relatório de Responsabilidade Socioambiental – EMAE – 2016 – 2018

A EMAE atribui o recebimento destes dejetos a basicamente dois fatores: a falta de conscientização acerca da importância do descarte adequado dos resíduos aliado às ocupações irregulares das margens e bordas dos rios e córregos dessas bacias, muitas vezes sem o alcance dos serviços públicos de coleta de lixo.

O uso e ocupação do solo também contribui consideravelmente para a qualidade da água da bacia hidrográfica.

O Rio Pinheiros possui 25 afluentes. Nove deles são saneados e dos outros 16 que não são saneados, alguns passam por comunidades informais(G1).

Conforme Benedito Braga (2019), diretor presidente da Sabesp, aproximadamente 700 mil pessoas vivem em áreas informais na bacia hidrográfica do Rio Pinheiros. Estes moradores, que ocupam as regiões que margeiam os rios e córregos da cidade de forma irregular, aliada ao hábito da população de realizar o descarte inadequado do lixo, impacta diretamente na qualidade da água do rio nessas regiões. Além desses fatores, a dificuldade de realização da coleta, inclusive a coleta seletiva devido a condição dessas ocupações, traz danos ao meio ambiente e diminui ainda mais a qualidade de vida dessa população devido à possível presença de roedores e insetos que transmitem doenças.

A impossibilidade dos caminhões de coleta adentrarem nessas áreas irregulares dificulta a esta população ser beneficiada pela coleta domiciliar e ainda mais pela coleta seletiva. Não foram identificados estudos específicos relacionados à quantidade de materiais que poderiam ser reciclados se não tivessem sido descartados nos rios.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços obtidos no retorno das embalagens para a cadeia produtiva em São Paulo demonstram a viabilidade da cadeia reversa quando se tem escala de mercado para atender a demanda. Ainda há muito por fazer neste setor.

As ações executadas do Acordo Setorial de Embalagens em Geral, em sua maioria, atingiram as metas estabelecidas em sua fase 1, porém a morosidade na avaliação e análise dos resultados obtidos para dar continuidade a fase dois, que ainda está em discussão, e que poderia ter sido iniciada em 2018, atrasa a expansão da coleta seletiva no país, um dos objetivos do acordo.

No município de São Paulo, o trabalho desenvolvido com as cooperativas no processo reverso foi de primordial importância para o sucesso do programa uma vez que, grande parte do material reciclável chega aos certificadores por meio destas.

A necessidade dos programas de educação ambiental se faz premente uma vez que o consumidor final precisa ter conhecimento e estar integrado ao ciclo reverso.

A instalação de PEV é muito importante para viabilizar o atendimento das metas dos Termos de Compromissos firmados em São Paulo, porém somente esta ação não é suficiente para o alcance dos objetivos. A conscientização dos consumidores por meio da educação ambiental, para que este se perceba responsável pelo resíduo que gera é necessária para o sucesso dos programas de fluxo reverso. Não resolve o problema da falta da coleta seletiva instalar PEV se estes não forem utilizados corretamente pelo consumidor final.

Neste momento de pandemia foi possível verificar o fechamento de vários PEV devido à falta de condições para se operacionalizar o material reciclável, ou seja, o consumidor ficou sem este canal para descarte adequado do material reciclável. Para o alcance dos objetivos e metas da logística reversa serão necessárias mais do que

ações estruturais (investimentos em equipamentos, por exemplo), mas também ações estruturantes que forneçam suporte político e gerencial, além de programas de educação ambiental permanentes e constantes, especialmente em áreas mais vulneráveis e carentes de serviços considerados mais básicos. Somente assim, acordos setoriais, termos de compromisso ou qualquer outra forma de responsabilidade compartilhada, terá chance de ser realmente eficiente e atender ao seu propósito real.

O caminho para se obter melhores resultados nos processos de logística reversa passa pela integração, pelo diálogo entre as partes envolvidas, pelas decisões do poder público com participação do setor privado e da população, pelo desenvolvimento de políticas públicas de educação, habitação e saneamento integradas para que percebam lacunas que podem ser preenchidas quando de sua elaboração.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Jair do. G1. EMAE diz que quantidade de lixo retirado do Rio Pinheiros aumentou 75% em um ano (reportagem de Marcelo Poli – G1 em 11/01/2020) Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/01/11/mae-diz-que-quantidade-de-lixo-retirado-do-rio-pinheiros-aumentou-75percent-em-um-ano.ghtml>. acesso em 22 jan.2020

BRASIL, Política Nacional de Resíduos Sólidos.2010.Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 20/03/2020.

BRAGA, Benedito. **20 mil imóveis regulares e 700 mil moradores de comunidades despejam esgoto no Rio Pinheiros e são desafios para a despoluição.** [entrevista de Vivian Reis, G1 em 16/08/2019]. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/08/16/20-mil-imoveis-regulares-e-700-mil-moradores-de-comunidades-despejam-esgoto-no-rio-pinheiros-e-sao-desafios-para-a-despoluicao.ghtml>. Acesso em: 15/07/2020

COALIZÃO EMBALAGENS. **Juntos pela Logística Reversa.** Disponível em: <https://www.coalizacaoembalagens.com.br/a-coalizacao/>, acesso em: 31/03/2020.

DEMAJOROVIC, Jacques. Massote, Bruno. **Acordo Setorial de Embalagem: Avaliação à luz da responsabilidade estendida ao produtor.** ERA – Revista de Administração de Empresas. FGV. EAESP. 2017.

G1. **Emae diz que quantidade de lixo retirado do Rio Pinheiros aumentou 75% em um ano** (reportagem de Marcelo Poli – G1 em 11/01/2020) Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/01/11/mae-diz-que-quantidade-de-lixo-retirado-do-rio-pinheiros-aumentou-75percent-em-um-ano.ghtml>. acesso em 22 jan.2020.

GOVERNO DE SÃO PAULO. **Governo de São Paulo Retira 9 mil toneladas de resíduos do rio Pinheiros.** Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/governo-de-sp-retira-9-mil-toneladas-de-residuos-do-rio-pinheiros-em-2019/> acesso: em 22 jan. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **MMA.Agenda Ambiental Urbana.** Resíduos. Paineis. Painel Resíduos Sólidos Urbanos. Indicadores Municipais. Disponível em:<https://www.mma.gov.br/agenda-ambiental-urbana/res%C3%ADuos-s%C3%B3lidos.html>, acesso em: 03 abr.2020



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Autoridade Municipal de Limpeza Urbana**(AMLURB) Disponível em:[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/coleta\\_seletiva/index.php?p=4623](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/coleta_seletiva/index.php?p=4623), acesso em: 22 mar 2020.

RELATÓRIO FINAL FASE 1. RELATÓRIO TÉCNICO ACORDO SETORIAL DE EMBALAGENS EM GERAL. Acordo Setorial para Implementação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral. Novembro de 2017.

EMAE. Relatório Anual de Responsabilidade Socioambiental. EMAE 2016 a 2018. Disponível em: <https://emae.globalri.com.br/pt/relatorio-anual-de-sustentabilidade>.

EMAE. RELATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE. EMAE 2019. Disponível em: <https://emae.globalri.com.br/pt/relatorio-anual-de-sustentabilidade>.

RIBEIRO, Flávio de Miranda. **Sistemas de Limpeza Pública e Fluxo de Resíduos Sólidos**. Gerenciamento e Minimização de Resíduos, Grandes Geradores, Sistema de Coleta Seletiva, Triagem de Materiais Recicláveis, Logística Reversa e Economia Circular.2019.

SEADE. **Perfil dos Municípios.Municípios. São Paulo**. População 2020. Disponível em: <https://perfil.seade.gov.br/>, acesso em 30/03/2020

SINIR - <https://sinir.gov.br/index.php/component/content/article/2-uncategorised/122-acordo-setorial-de-embalagens-em-geral>, acesso em 20/03/2020.

# PIPERS®: DETECÇÃO DE VAZAMENTOS E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE ADUTORAS USANDO SENSORES INTERNOS COM LINHA EM CARGA

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Felipe Chagas de Oliveira**

Físico, Diretor da Orion Serviços de Inspeção e Consultoria. Especialista em soluções de monitoramento de integridade *in-lines*, com foco em ferramentas robóticas e tecnologias que permitam inspeções sem parada

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo apresentar à comunidade de Saneamento e Abastecimento, seja público ou privado, os resultados da tecnologia de inspeção *in-line* Pipers, sua acurácia na detecção de vazamentos e micro-vazamentos e fornecimento de dados para manutenção de integridade, como condições de parede para dutos ferromagnéticos, identificação de bolsões de ar e de depósitos, e sua aplicação em um duto de ferro fundido, transportando água bruta e com 900mm de diâmetro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vazamentos, Adutoras, Integridade.

## **INTRODUÇÃO**

Monitorar uma tubulação quanto a vazamentos e perda de parede é uma

parte importante do gerenciamento da integridade da tubulação. A perda de parede devido à corrosão é um indicador precoce de que um vazamento pode ocorrer em breve, e monitorar sua progressão ao longo do tempo fornece a um operador as informações necessárias para fazer decisões. Se uma tubulação passar por uma pequena perda de parede e desenvolver um vazamento, então sérios problemas ambientais podem ocorrer, além de danos materiais. Mesmo vazamentos muito pequenos podem causar um grande dano se não forem detectados por longos períodos de tempo.

Neste trabalho iremos ilustrar exemplos de uma inspeção para detecção de vazamentos, avaliação de depósitos e análise volumétrica de perda de parede aplicados em 15km uma adutora de Ø900mm, operando água bruta, construída na década de 80 e operada por uma agência privada no Centro-Oeste Brasileiro; as inspeções foram realizadas com sucesso em Agosto de 2021. Traremos também os resultados, aplicabilidade operacional e

conclusão para este modelo de inspeção.

## METODOLOGIA

O monitoramento de uma tubulação para perda de parede geralmente é realizado usando um pig inteligente. Estes equipamentos aferem a corrosão usando um conjunto de transdutores ultrassônicos ou um conjunto de magnetômetros combinados com ímãs poderosos. Essas ferramentas fornecem uma medição detalhada da parede do tubo, mas são grandes, pesadas, e extremamente caras. Eles também só funcionam em tubulações projetadas para serem pigáveis, enquanto uma grande porcentagem dos dutos na América do Norte não são pigáveis (*unpiggable*) porque são muito pequenos, têm restrições de geometria (por exemplo, curvas acentuadas) ou falta de equipamentos de lançamento e recebimento [1].

Embora existam muitos dutos que não são pigáveis (e aqui se encaixam a maioria das adutoras), existem muitos outros que não estão equipados com qualquer tipo de detecção de vazamento. Nestes dutos, as opções de detecção de vazamentos podem ser limitadas devido à falta de instrumentação, falta de acessibilidade ou falta de conhecimento sobre a própria tubulação.

Os Piper® são esferas com sensores que possuem flutuação neutra, e têm o tamanho de uma bola de golfe: são projetados para operar em tubulações não-pigáveis de até 2 polegadas de diâmetro. Os Pipers estão equipados com vários sensores microeletrônicos (incluindo um acelerômetro e giroscópio de 3 eixos, um sensor passivo de 3 eixos magnetômetro, um transdutor de pressão e um sensor acústico) para realizar uma variedade de inspeções, incluindo detecção de vazamentos e estimativa de perda volumétrica da parede.

Os Pipers detectam a perda de parede usando magnetometria passiva. Eles não contêm ímãs, mas eles medem o campo magnético residual que é naturalmente criado no tubo. Toda tubulação metálica possui uma pequena quantidade de magnetismo que é resultado do metal sendo aquecido, fresado, laminado, dobrado e soldado na presença do campo magnético da Terra durante a fabricação e construção. A quantidade residual de magnetismo em um tubo pode variar consideravelmente com base nos métodos de fabricação específicos e no histórico do duto. Uma vez concluída a construção, no entanto, este campo tende a permanecer uniforme por anos a menos que algo como corrosão altere as características magnéticas do duto.

Se uma tubulação progrediu além da perda de parede moderada e desenvolveu um vazamento, os Pipers detectam esses vazamentos usando um sensor acústico. As esferas são dimensionadas para flutuar de forma neutra para evitar rolar ou que se desloque raspando contra a parede do tubo. Como resultado, as gravações de áudio quase não têm ruído de fundo acima do que já existe no sistema devido a turbulência, bombas ou outras

fontes inevitáveis de barulho de fundo. Isso significa que os Pipers são especialmente adequados para detectar o som feito por vazamentos à medida que eles flutuam ao lado do vazamento.

O ruído criado por um vazamento é resultado do fluido de alta pressão (gás ou líquido) escapando através de um pequeno orifício ou rachadura para a atmosfera de baixa pressão. À medida que o Piper flutua além do local de um vazamento, a amplitude acústica medida aumenta para um pico e, em seguida, diminui de volta para um nível de linha de base após o Piper passar. Há também uma mudança no espectro de frequência da gravação de áudio Piper, o que ajuda a diferenciar vazamentos de outras fontes de ruído na tubulação [2].

Os modos físicos de geração de ruído por um vazamento são complexos e difíceis de simular ou prever.

## ASPECTOS OPERACIONAIS

Os Pipers são esferas de Ø2,5”, capazes de gravar dados por até 24 horas ininterruptas. Como viajam na coluna do próprio fluido, podem percorrer mais de 100km em um único lançamento. A Figura 1. Mostra um Piper proposto para ser lançado em uma inspeção.



Figura 1. Pipers

O planejamento operacional é um dos, se não o fator mais crítico para o sucesso de uma inspeção. Escolher o ponto de lançamento e recebimento, assim como a metodologia específica para tal são os fatores mais críticos. Para esta linha em questão, foi escolhido

o lançamento através de uma ventosa. A ventosa foi cuidadosamente seccionada por estar em um ponto alto da linha, visando minimizar toda e qualquer perda, e de modo a habilitar que o Piper fosse lançado com a linha ainda em operação / bombeamento. Um sistema de duas válvulas - Figura 2. – foi projetado e a este foi anexado uma bomba manual. Desta forma, uma vez que o Piper foi inserido no cilindro projetado, bastou-se inserir uma pressão externa. Assim, uma vez que a válvula inferior foi aberta, o equipamento foi “expulso” para dentro da tubulação, gerando intervenções mínimas na produção. Houve um bombeamento por 15 minutos, e depois o segundo Piper foi lançado seguindo a mesma metodologia. Usam-se sempre dois equipamentos por inspeção, que devem ser lançados com um intervalo de tempo. Isto busca oferecer redundância e confiabilidade das características detectadas, assim como ter uma segurança operacional: caso haja uma parada de fluxo durante a inspeção, as esferas estarão em pontos diferentes; portanto, pode-se depois sobrepor os dados de cada, e ter uma análise em todos os trechos com 100% das condições operacionais.



Figura 2. Bomba manual utilizada para inserir pressão positiva

A adutora em questão conclui seu traçado dentro de uma ETA. Sendo assim, a opção para recebimento encontrada foi simplesmente usar uma tela na saída da adutora para a ETA, retendo os equipamentos após as inspeções.

## DETECÇÃO DE VAZAMENTOS

Os Pipers® são equipados com um sensor acústico de detecção de vazamentos. Enquanto se move através de uma tubulação, o Pipers® grava continuamente o ruído de fluxo relativamente silencioso, criando uma linha de base para a intensidade do som medida. Quando uma tubulação está vazando, o jato de líquido que passa pela rachadura ou orifício gera um som característico de assobio ou ruído que se desvia significativamente do ruído da linha de base em uma região localizada ao redor do vazamento. Por outro lado, se não houver mudança (ou apenas mudança gradual de longo prazo) na intensidade média do som ao longo do comprimento do duto, nenhum vazamento foi detectado.

Ao analisar o áudio, foram identificadas duas anomalias acústicas em 5.036 m e 5.260 m. A anomalia acústica em 5.260 m tem uma assinatura consistente com o que seria esperado em um local de vazamento.

O espectro de frequência neste local é visível no gráfico à esquerda da Figura 3, e o espectro de frequência de uma parte da tubulação sem anomalia acústica é mostrado no gráfico à direita da Figura 3 para referência. Esta anomalia acústica está próxima da área arborizada e de uma estrada de terra, como pode ser visto abaixo:

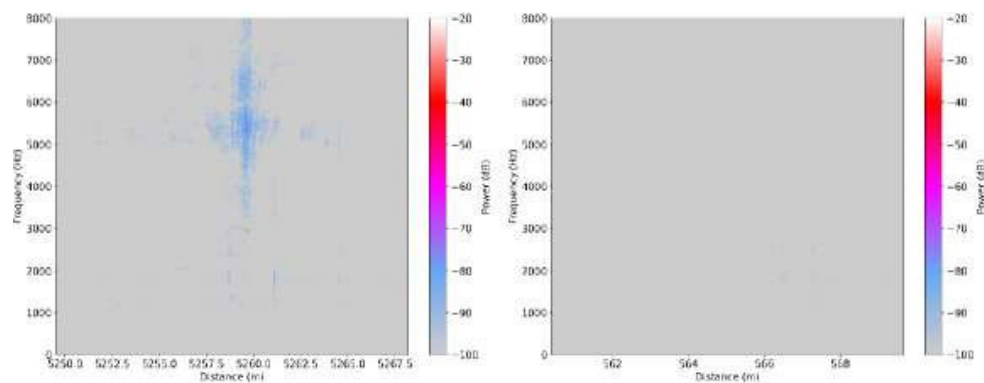


Figura 3. Espectrograma da anomalia acústica a 5.260 m (esquerda) e um trecho “quieto” da tubulação (direita).

O espectro de frequência da segunda anomalia em torno de 5.036 m é visível na Figura 4. O espectro neste local não desaparece em cada lado de um único pico intenso como seria esperado em um local de vazamento. Em vez disso, tem uma amplitude maior perto do início da anomalia e gradualmente desaparece à medida que o Piper passa pela anomalia. Além disso, a anomalia acústica é visível em uma faixa de frequência maior do que a observada com a anomalia acústica discutida anteriormente em 5.260 m (veja o gráfico à esquerda da Figura 3).

Essa anomalia acústica em torno de 5.036 m está em um ponto baixo da tubulação,

onde a tubulação percorre uma área arborizada e cruza um córrego. Também foi indicado que esta é uma seção exposta da tubulação que é feita de aço carbono. Isso foi confirmado no magnetismo, onde se observa uma diferença no material do tubo de 5.038 m a 5.079 m. O espectro de frequência em torno desta anomalia acústica pode, portanto, estar relacionado ao material de tubulação diferente e à tubulação que atravessa um fluxo.

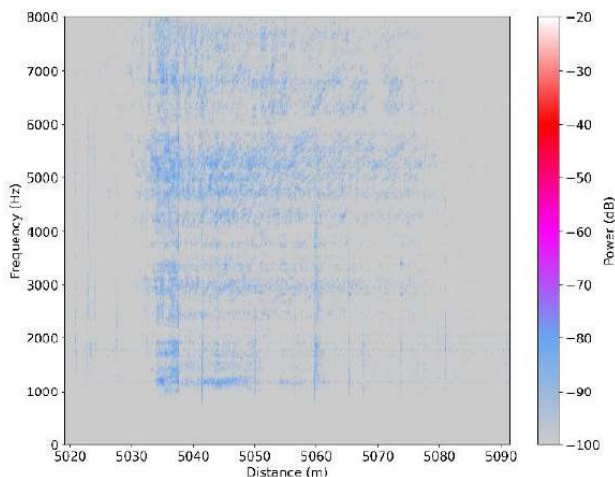


Figura 4. Espectrograma da anomalia acústica em torno de 5.036 m.



Figura 5. Visão Macro da localização dos vazamentos.

## AVALIAÇÃO DE DEPÓSITOS

Enquanto se move por um duto, o Pipers mede continuamente a pressão. Esta pressão é uma combinação de dinâmica de escoamento (por exemplo, velocidade) e

componentes estáticos (rugosidade da tubulação, diâmetro interno e elevação). Para determinar o nível de depósitos em uma tubulação, a pressão medida é corrigida para mudanças nas condições operacionais durante a pesquisa (ou seja, mudanças na pressão de entrada e taxa de escoamento) e efeitos da pressão hidrostática (ou seja, aumentos de pressão causados pela descida da tubulação e diminuições de pressão causadas por sua escalada). A pressão corrigida resultante é uma indicação para a quantidade de perda de pressão por atrito através da tubulação, onde regiões da pressão corrigida com uma inclinação mais acentuada experimentam mais atrito de escoamento, sugerindo aumento da rugosidade da superfície interna e / ou restrições de diâmetro.

A Figura 6 mostra de cima para baixo a pressão medida durante o levantamento do Pipers, o perfil de elevação da superfície do Google Earth e a pressão corrigida para mudanças na pressão hidrostática.

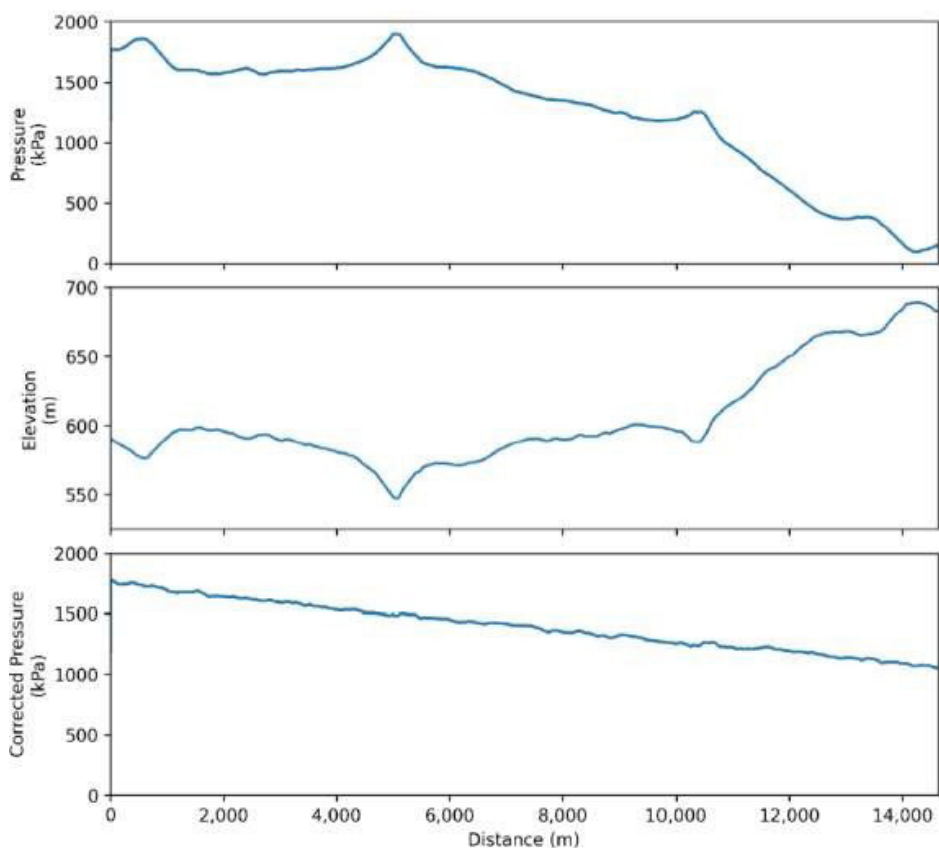


Figura 6. De cima para baixo: pressão em função da distância, perfil de elevação e pressão corrigida (ou seja, pressão menos a pressão hidrostática).

O perfil de pressão corrigido do gráfico inferior da Figura 6 é dividido em segmentos



com gradientes semelhantes e uma linha reta é ajustada a cada segmento. A Figura 7 mostra a pressão corrigida com essas linhas de melhor ajuste sobrepostas. O gradiente de pressão de cada segmento também é relatado na Tabela 1.

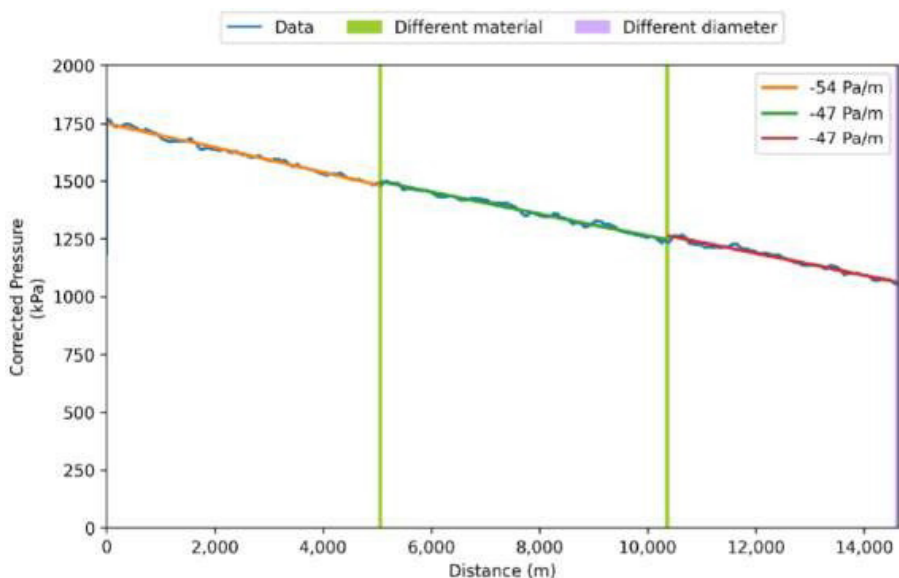


Figura 7. Pressão corrigida com linhas de melhor ajuste sobrepostas.

Segmento da tubulação(m)	Gradiente de pressão(Pa/m)
0 – 5,034	-54
5,074 – 10,332	-47
10,386 – 14,566	-47

Tabela 1: Gradiente de pressão por seção

O seguinte foi observado na pesquisa de pressão:

- No geral, a pressão entre as duas corridas do Pipers® são repetíveis.
- A pressão medida é consistente com as principais mudanças de elevação ao longo da tubulação. Isso inclui duas travessias de água / áreas baixas em torno de 5.050 m e 10.375 m.
- A pressão corrigida diminui quase linearmente ao longo de todo o comprimento da adutora. Isso sugere que o duto tem um nível semelhante de acúmulo de depósito em toda sua extensão. A primeira seção de 0 m a 5.034 m tem um gradiente de pressão ligeiramente maior de -54 Pa / m em comparação com as outras seções DN900 com gradientes de pressão de -47 Pa / m. Isso sugere que pode haver um nível ligeiramente maior de depósitos nos primeiros 5.034 m da adutora.

- Para avaliar a adutora, a diferença na pressão entre os locais de lançamento e recebimento foi determinada e compensada pela diferença na elevação. A elevação no receptor é 93 m maior do que no lançador, o que corresponde a uma diminuição de pressão de cerca de 910 kPa. O Pipers® mede uma diferença de pressão geral de -1.621 kPa, corrigindo assim para a diferença na elevação, isso resulta em uma diferença de pressão corrigida de cerca de -711 kPa. Uma diferença de pressão de - 296 kPa é esperada para 14.635 m de tubulação limpa com as especificações listadas na Tabela 1, transportando água nas taxas de escoamento usadas durante o levantamento. A maior diferença de pressão geral em comparação com a diferença de pressão esperada pode corresponder a um acúmulo de depósitos restringindo o diâmetro interno em um máximo de 140 mm, um aumento da rugosidade hidráulica do tubo, uma tubulação mais íngreme geral, resultando em uma diferença de elevação total entre o local de lançamento e recebimento de 135 m, uma taxa de escoamento mais alta ou uma combinação dos quatro.

**Sumário de Depósitos:** A pressão entre as duas corridas do Pipers® são repetíveis e diminui quase linearmente após a correção dos efeitos hidrostáticos, sugerindo um nível semelhante de depósitos em toda a tubulação. Há um gradiente de pressão ligeiramente maior nos primeiros 5.034 m da tubulação, o que pode indicar um nível ligeiramente maior de depósitos nessa seção.

## Análise Magnética

Os Pipers medem a magnetização residual usando um sensor magnético digital para determinar as características do metal. A magnetização residual é um efeito posterior que ocorre como magnetização residual em componentes e juntas soldadas formadas no curso de sua fabricação e resfriadas à temperatura ambiente sob interação com campos magnéticos fracos ou devido à mudança irreversível do estado de magnetização local dos componentes em zonas de concentração de tensões e danos durante o trabalho.

A magnetização residual medida em um duto depende do nível de magnetização do material do duto, do volume do metal e da distância média do volume. Assumindo o mesmo nível de magnetização em uma determinada seção de tubulação, a proporcionalidade segue a Equação 1:

$$B \sim \frac{V}{r^3}$$

Equação 1: Dependência do fluxo magnético medido (B) no volume do metal (V) e distância média entre o sensor e o metal (r).

A principal diferença com as ferramentas MFL tradicionais é que os Pipers são concebidos como uma ferramenta de triagem e apenas capazes de distinguir diferenças magnéticas maiores do que 25% de perda volumétrica relativa da parede.

$$\text{Perda de parede volumétrica relativa} = \frac{w \cdot d \cdot l}{\pi \cdot (OR^2 - IR^2) \cdot l}$$

Equação 2: A perda volumétrica relativa da parede é a razão entre o volume do defeito ( $w$  é a largura,  $d$  a profundidade e  $l$  o comprimento do defeito) e o volume do metal ( $OR$  é o raio externo e  $IR$  o raio interno) em um determinado segmento do duto.

O fluxo magnético medido no duto é uma combinação de características magnéticas causadas durante a fabricação e construção do duto e ao longo da vida operacional dele. Mudanças nas características magnéticas podem, por exemplo, ser usadas para identificar mudanças na composição do duto e identificar diferentes seções (por exemplo, mudanças de cronograma, diferenças de material ou grau ou mudanças na data de construção).

Durante uma triagem inicial, o fluxo magnético medido em cada duto é analisado calculando a propagação estatística no fluxo magnético ao longo de todo o comprimento do duto (mostrado como uma faixa verde nas figuras a seguir). Em algumas linhas, pontos de interrupção no fluxo magnético são identificados (por exemplo, em mudanças de licença) e a propagação sobre essas seções é calculada individualmente. As medições que excedem este spread no fluxo magnético medido (excluindo as juntas) são identificadas como outliers e são investigadas posteriormente como anomalias potenciais.

É importante observar que a tecnologia Pipers® não se destina a medições absolutas em uma única corrida, mas para a determinação precisa das alterações entre as corridas subsequentes realizadas em um determinado período de tempo. O nível de confiança da medição absoluta é, portanto, limitado.

## Legendas para o gráfico Macro de Análise Magnética

Os dados de fluxo magnético medidos pelo Pipers são representados em azul. As linhas cinzas verticais são as soldas identificadas. A propagação dos dados magnéticos é mostrada com uma faixa verde cobrindo os dados do Pipers.

As seguintes marcações são marcadas apenas quando aplicável:

- Linhas verticais laranja: anomalias magnéticas localizadas;
- Área destacada em verde: área com baixa propagação e variabilidade no fluxo magnético;
- Área destacada em amarelo: área com propagação e / ou variabilidade moderada no fluxo magnético;
- Área destacada de salmão: área com alta propagação e / ou variabilidade no fluxo magnético.

Como uma avaliação da condição geral, as tubulações (do mesmo diâmetro) com maior propagação e / ou maior variabilidade no fluxo magnético devem estar em piores condições em comparação com aquelas com baixa propagação e variabilidade no fluxo magnético.

	High Variability
	Medium Variability
	Low Variability
	Metallic Hardware
	Repair
	License Change
	Sleeve/Casing
	Wall Thickness Change
	Hot Tap
	Localized Anomalies
	Bends
	Joints
	Spread
	Data

Tabela 2. Identificação de Cores em análise magnética

O fluxo magnético medido na adutora em questão é mostrado nas Figuras 8 à Figura 10.

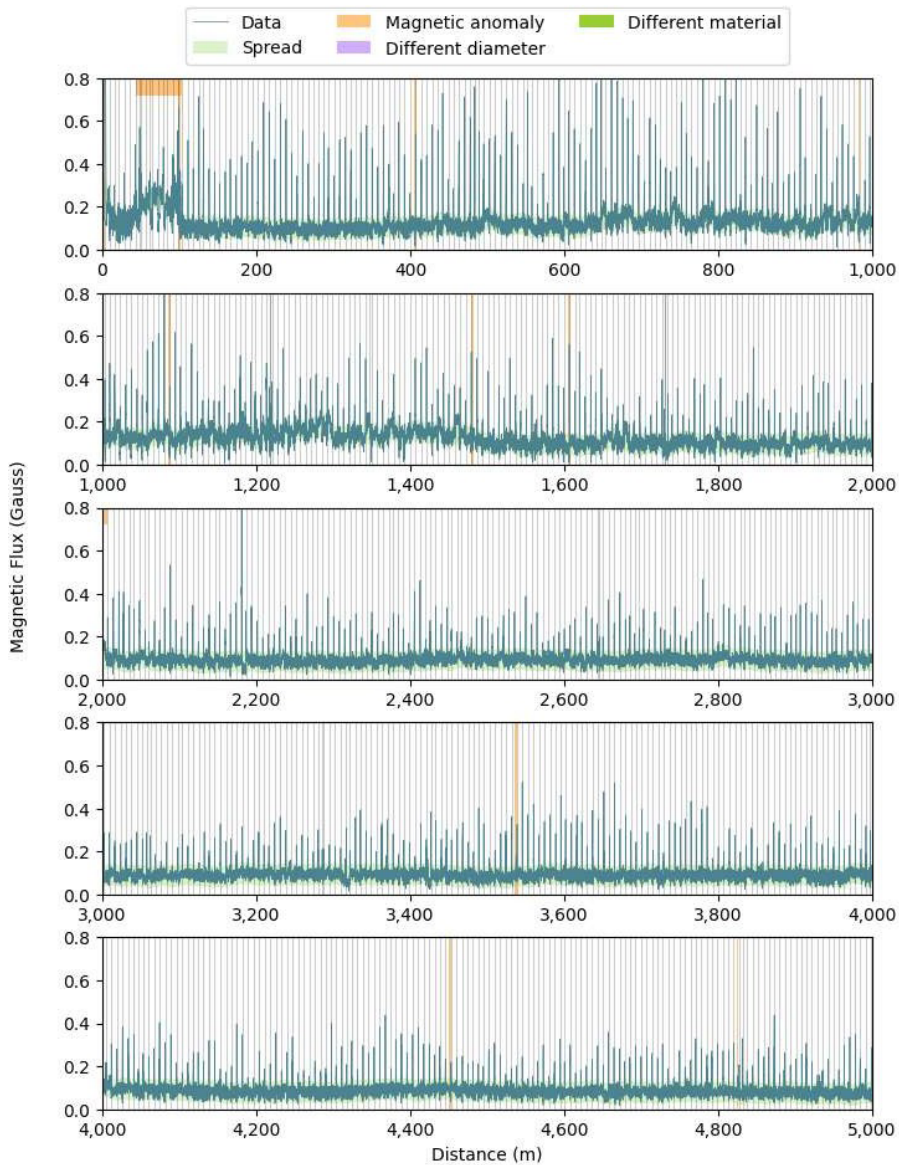


Figura 8. Fluxo magnético medido nos primeiros 5.000 m da adutora

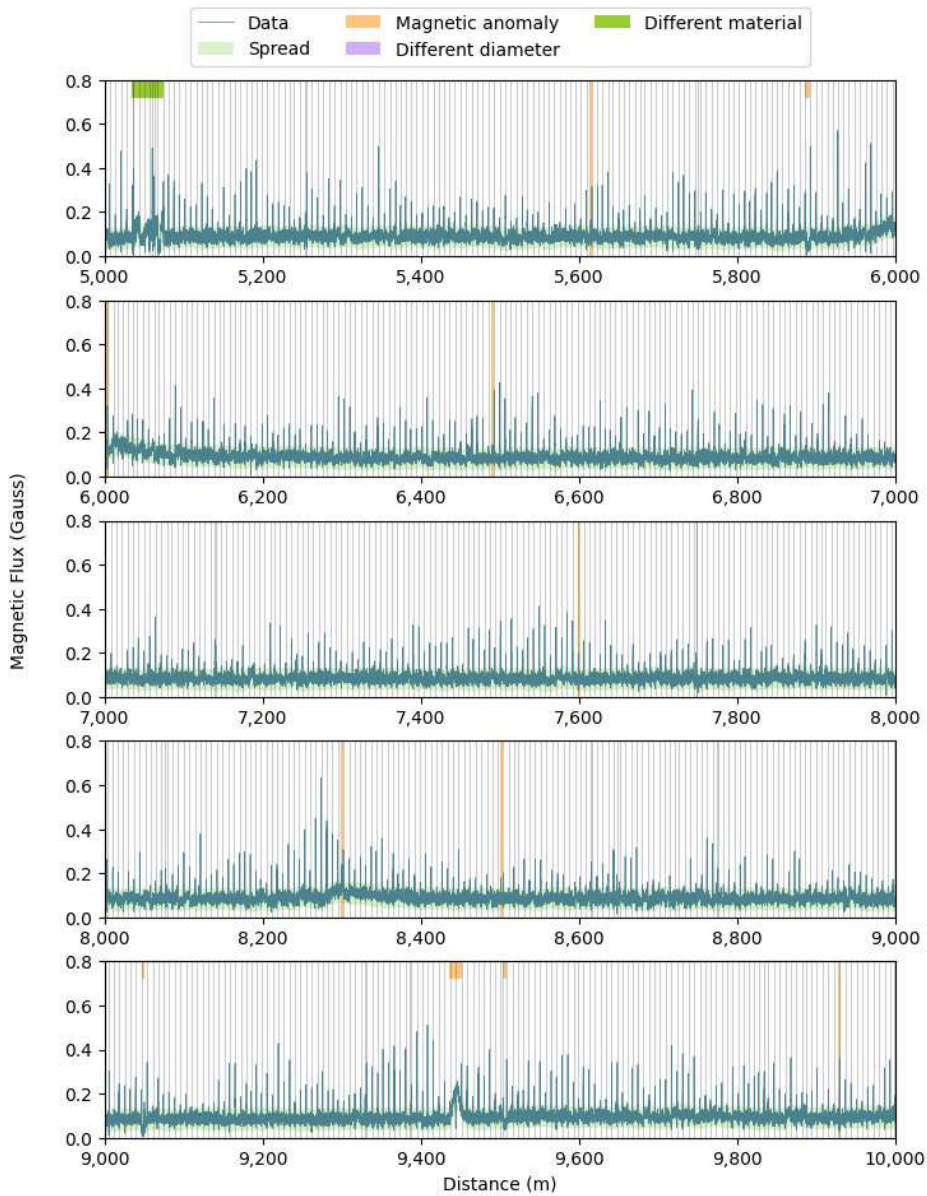


Figura 9. Fluxo magnético medido na adutora de 5.000 m a 10.000 m.

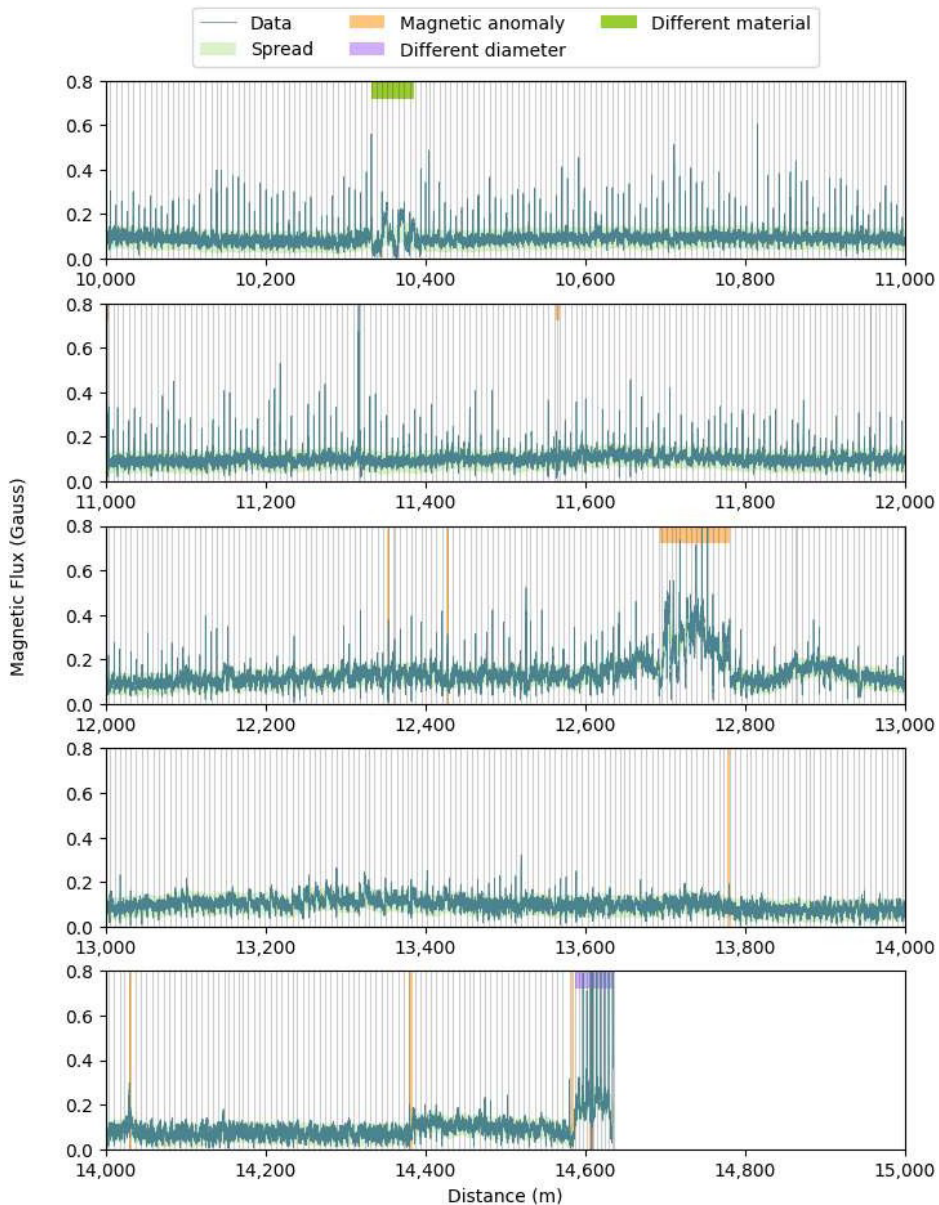


Figura 10. Fluxo magnético medido de 10.000 m até o final da adutora.

O seguinte foi observado Na análise do fluxo magnético:

- Há uma mudança no deslocamento do fluxo magnético em cerca de 100 m e 14.585 m, e em cerca de 1.480 m; 13.779 m; e 14.380 m em menor grau. Um deslocamento no fluxo magnético é frequentemente associado a mudanças na direção (rumo) ou elevação (inclinação) da adutora em relação ao campo magnético da Terra e, portanto, está normalmente relacionado à localização de uma

curva. Esta mudança ou deslocamento geral no fluxo magnético, portanto, não é indicativo de mudanças na condição da tubulação.

- O aumento no fluxo magnético em locais de junta varia significativamente ao longo da tubulação. A seção de 12.806 m a 14.596 m especificamente tem apenas resposta limitada nos locais de junta em comparação com o restante da tubulação, sugerindo um tipo, método ou qualidade de junta diferente nesta seção.

O aumento no fluxo magnético nos locais de junção repentinamente torna-se muito mais pronunciado de 14.596 m até o final da tubulação (ver Figura 11). Isso ocorre logo após o aumento do deslocamento no fluxo magnético em 14.587 m, onde a adutora vira para o sul e faz a transição do tubo DN900 para o DN800. A mudança no fluxo magnético nas juntas está, portanto, provavelmente relacionada à diferença nas propriedades do tubo, mas também pode indicar um tipo ou método de junta diferente nesta seção.

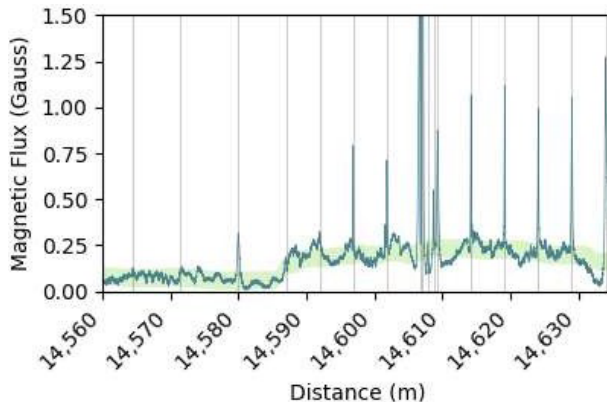


Figura 11. Zoom do fluxo magnético de 14.560 m até o final da adutora.

- Existem grandes picos no fluxo magnético em torno de 2 m e 14.608 m. Esses grandes aumentos no fluxo magnético em locais de junta são normalmente vistos em flanges.
- Há um aumento do deslocamento e maiores flutuações no fluxo magnético de 43 m para 104 m. Um deslocamento no fluxo magnético é frequentemente associado a mudanças na direção (rumo) ou elevação (inclinação) do duto em relação ao campo magnético da Terra e, portanto, está normalmente relacionado à localização das curvas. Há diminuições bruscas no fluxo magnético nas juntas a 62 m, 72 m e 79 m e o fluxo magnético permanece mais baixo por cerca de 2 m depois. Isso pode indicar acessórios adicionais, como uma curva, ou hardware adicional, como braçadeiras ou suportes das juntas. Além disso, há um aumento da variabilidade em torno das juntas em 48 m, 91 m e 99 m, o que pode indicar que um tipo, qualidade ou método de junta diferente foi usado



nesses locais.

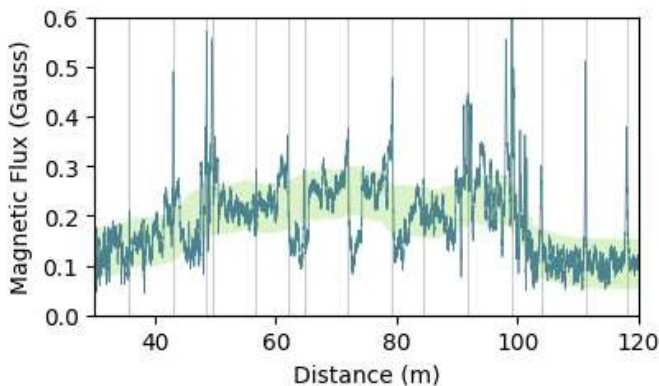


Figura 12. Zoom do fluxo magnético de 30 m a 120 m.

- O fluxo magnético tem uma estrutura ligeiramente diferente ao longo da seção de 5.034 m a 5.074 m, bem como mais flutuações (ver Figura 13). Esta área corresponde a uma área de passagem de água / baixa visível no Google Earth, onde a adutora é construída com tubo de aço em vez de ferro fundido. Portanto, a estrutura diferente no fluxo magnético é provavelmente causada pelo material diferente do tubo. As flutuações adicionais são geralmente amplas e podem estar relacionadas aos diferentes materiais do tubo, mas também podem ser causadas por objetos metálicos próximos e hardware adicional. Isso inclui o spool de 5.066 m a 5.074 m, que tem um fluxo magnético menor na primeira metade do spool e um fluxo magnético aumentado na última metade dele. Além disso, uma variabilidade aumentada (flutuações mais nítidas e estreitas) é observada em torno das juntas em 5.062 m e 5.074 m, o que pode indicar um tipo, qualidade ou método de junta diferente foi usado nesses locais.

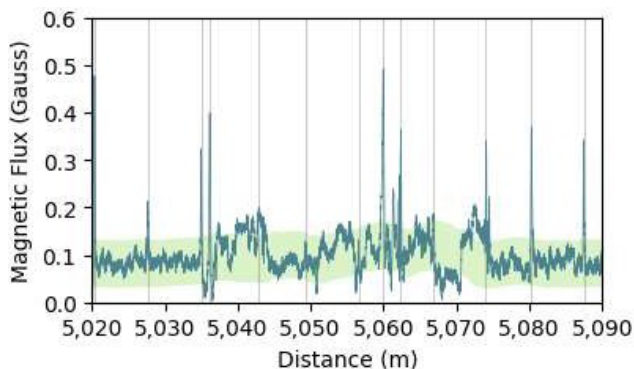


Figura 13. Zoom do fluxo magnético de 5.020 m a 5.090 m.

- Um aumento gradual no fluxo magnético é observado em dois spools de 9.435 m a 9.451 m (ver Figura 14). Este aumento gradual pode indicar um objeto metálico próximo ou hardware adicional neste local.

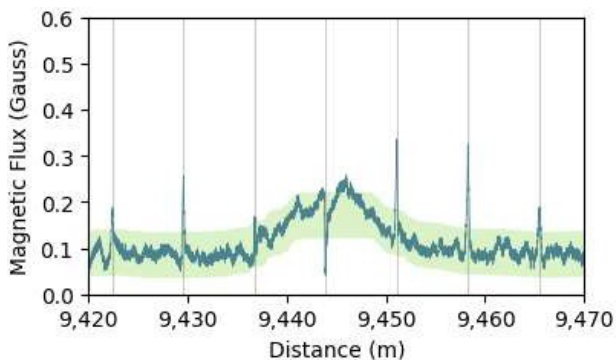


Figura 14. Zoom do fluxo magnético de 9.420 m a 9.470 m.

- O fluxo magnético tem uma estrutura ligeiramente diferente ao longo da seção de 10.332 m a 10.386 m e aumentos menores no fluxo magnético nos locais de junta (ver Figura 15). Além disso, os spools nesta região têm um fluxo magnético maior ou menor em comparação com os spools ao redor. A transição entre alto e baixo fluxo magnético ocorre em locais de junção, o que sugere que os spools podem ter propriedades de materiais diferentes ou uma instalação ou histórico de fabricação diferente. Esta área fica perto de uma área de passagem de água / baixa visível no Google Earth, onde a adutora é construída de tubo de aço em vez de ferro fundido. Portanto, a estrutura diferente no fluxo magnético e a assinatura da junta inferior é provavelmente causada pelo material diferente do tubo.

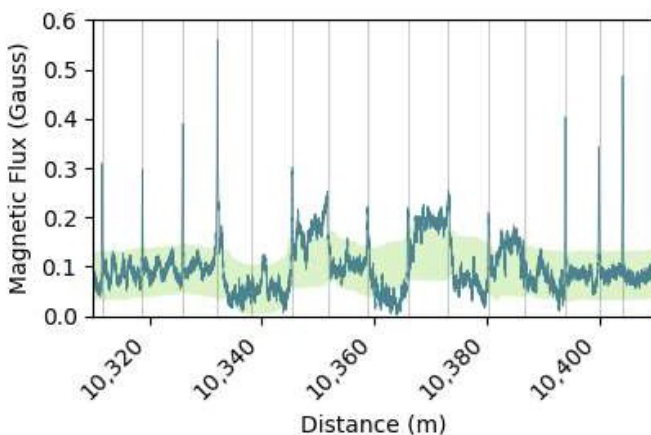


Figura 15. Zoom do fluxo magnético de 10.310 m a 10.410 m.

- Há um aumento do deslocamento e maiores flutuações no fluxo magnético de 12.694 m para 12.780 m (consulte a Figura 16.). Um deslocamento no fluxo magnético é frequentemente associado a mudanças na direção (rumo) ou elevação (inclinação) da adutora em relação ao campo magnético da Terra e, portanto, está normalmente relacionado à localização das curvas. Existem algumas mudanças grandes e repentinas no fluxo magnético, tanto no spool intermediário quanto nas juntas de 12.705 m a 12.725 m. Sem informações mais detalhadas sobre o duto e / ou a verificação de um desses locais, não é possível tirar uma conclusão definitiva sobre a origem dessas oscilações.

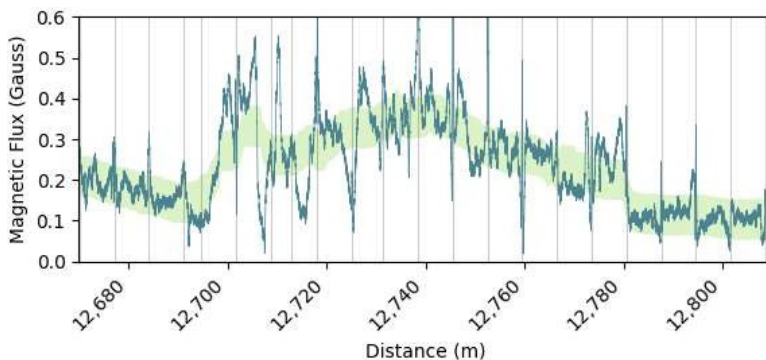


Figura 16. Zoom do fluxo magnético de 12,670 m a 12,810 m.

- Um aumento suave no fluxo magnético é observado dentro de um spool de 2.000 m a 2.006 m (consulte a Figura 17.). Características suaves semelhantes, mas com um fluxo magnético diminuído, são observadas de 9.046 m a 9.050 m e de 9.503 m a 9.508 m (consulte a Figura 18 como exemplo). A assinatura suave sugere que pode haver um objeto metálico próximo a esses locais.

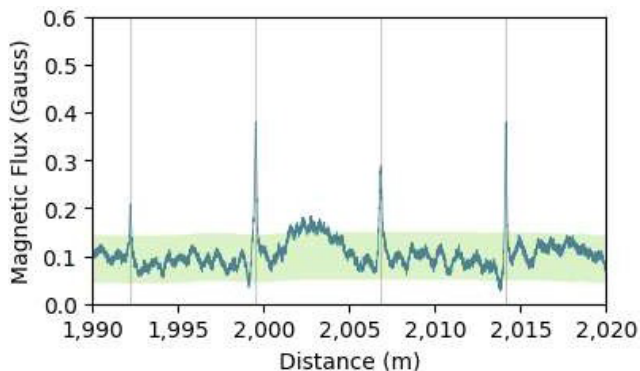


Figura 17. Zoom do fluxo magnético de 1.990 m a 2.020 m.

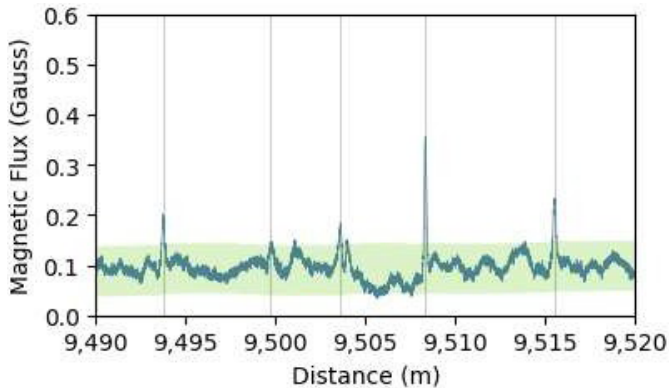


Figura 18. Zoom do fluxo magnético de 9.490 m a 9.520 m.

- Os spools de 5.885 m a 5.892 m e de 11.563 m a 11.567 m têm um fluxo magnético menor em comparação com os spools circundantes (consulte a Figura 19. como exemplo). Isso é semelhante aos spools com um fluxo magnético mais alto e mais baixo discutido na Figura 15. A transição entre um fluxo magnético mais alto e mais baixo ocorre nas localizações das juntas. Portanto, isso pode ser causado pelos spools com propriedades de materiais diferentes ou uma instalação ou histórico de fabricação diferente.

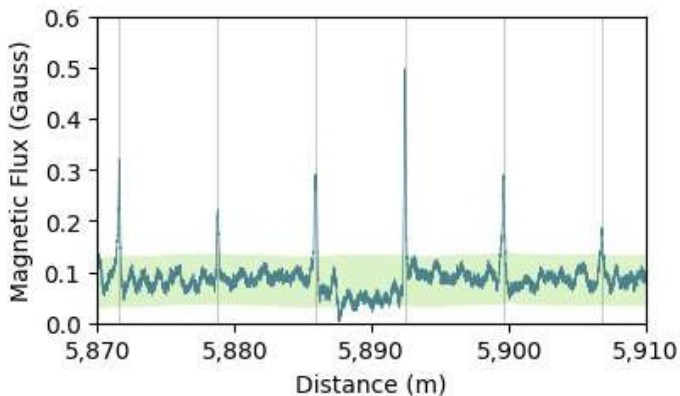


Figura 19. Zoom do fluxo magnético ao redor do spool de 5.885 m a 5.892 m.

- Há uma diminuição no fluxo magnético logo antes da junta em vários locais ao longo da tubulação (veja a Figura 20. como exemplo). Isso acontece, entre outros, a 407 m; 983 m; 1.087 m; 1.606 m; 4,452 m; 6.003 m; 7.600 m; 9.929 m; e 12.353 m. Isso pode indicar que um tipo, qualidade ou método de junta diferente foi usado nesses locais.

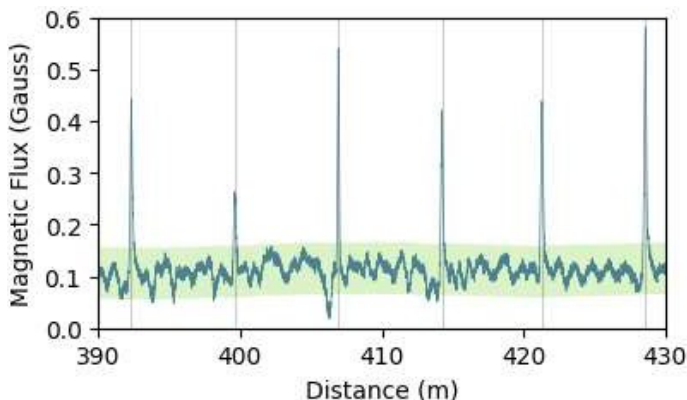


Figura 20. Zoom do fluxo magnético de 390 m a 430 m.

- As juntas em 12.427 m e 14.030 m possuem grande aumento no fluxo magnético ao redor da solda, com uma diminuição acentuada na junta (veja a Figura 21. como exemplo). Isso pode indicar um acessório adicional, um objeto metálico próximo em torno do local da junta, ou que um tipo, qualidade ou método de junta diferente foi usado nesses locais.

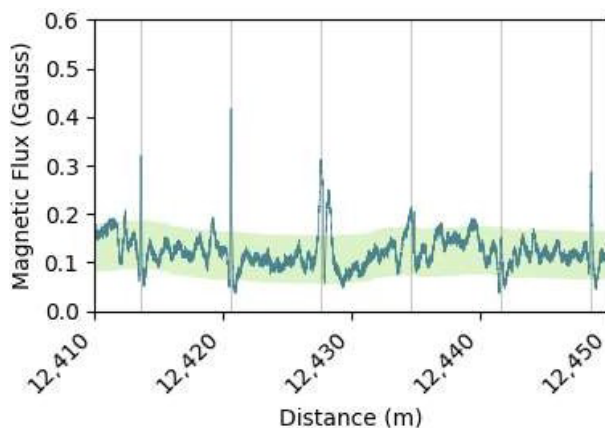


Figura 21. Zoom do fluxo magnético em torno da junta a 12.427 m.

**Sumário magnético:** O fluxo magnético teve uma estrutura ligeiramente diferente e aumentou as flutuações de 5.034 m para 5.074 m e de 10.332 m para 10.386 m. Essas seções estavam perto de travessias de água / áreas baixas, onde a adutora é construída com tubos de aço em vez de ferro fundido. A última seção de 14.587 m até o final da adutora teve um deslocamento aumentado no fluxo magnético e uma assinatura mais pronunciada nos locais de junção, o que provavelmente está relacionado ao tubo ser DN800 em vez de DN900 nesta última seção. Além disso, as seções de 43 m a 104 m e de 12.694 m a

12.780 m aumentaram as flutuações no fluxo magnético, o que pode estar relacionado a acessórios ou hardware adicionais, mas também pode indicar uma qualidade de tubo ou histórico diferente nessas seções. Vários outros recursos de dutos e anomalias magnéticas foram identificados e discutidos.

## CONCLUSÃO

A aplicação de Pipers para detectar vazamentos, depósitos e perda de parede foi demonstrada na adutora em questão. Vazamentos variando entre 0,8-1,9 LPM foram localizados em velocidades de fluxo variando entre 0,5 m/s e 2,0 m/s (correlacionados alguns meses após a inspeção).

A natureza flutuante dos Pipers permite melhorias na detecção de vazamentos em comparação com outros métodos devido ao ruído de fundo limitado. Vazamentos menores que 0,8 litro por minuto, a menor taxa de vazamento em este projeto, foram detectados em outros projetos. Um pico distinto na amplitude acústica foi medido quando o Piper estava mais próximo do local do vazamento, o que significa que os vazamentos podem ser precisamente localizados.

Perda de parede volumétrica, assim como diversas características estruturais foram detectadas, mapeadas e documentadas em detalhes. A correlação carece de escavação, e está programada para ocorrer no segundo semestre de 2022.

A ampla variedade de sensores, tamanho pequeno e natureza flutuante fazem dos Pipers um equipamento único, de última geração que se mostra uma solução para detecção e prevenção de vazamentos em adutoras, previamente carentes de metodologias de inspeção. Essa tecnologia permite um monitoramento de baixo custo em uma base regular, ou para responder a perguntas específicas sobre um duto.

## REFERÊNCIAS

1. M. Beller. Mastering the Inspection of Challenging Pipelines (2015). Pipeline and Gas Journal 242(10) 30-36
2. Y. A. Khulief, A. Khalifa, R. B. Mansour, M. A. Habib. Acoustic Detection of Leaks in Water Pipelines Using Measurements Inside Pipe (2012). J. Pipeline Syst. Eng. Pract. 3(2) 47-54.
3. O. Hunaidi, W. T. Chu. Acoustical Characteristics of Leak Signals in Plastic Water Distribution Pipes (1999). Applied Acoustics 58 235-254.

# ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO BUBU, CARIACICA ESPÍRITO SANTO

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Larissa Bueno Rocha**

Pós graduada em Biotecnologia, Consultoria, Licenciamento Ambiental e Neurociências e Aprendizagem na Faculdade Única

### **Rebeca Gonçalves Freire**

Pós graduada em Educação do Meio Ambiente na FAVENI e Ensino de Ciências e Biologia na UNOPAR

### **Aline Gonçalves Louzada**

Prof.<sup>a</sup> Msc no Centro Universitário Espírito-Santense/FAESA

**RESUMO:** O desenvolvimento da cidade de Cariacica tem se dado no sentido da urbanização, trazendo impactos tanto positivos, quanto negativos, principalmente aos recursos hídricos, refletido em falta de saneamento básico devido a ações antrópicas praticadas próximas ao curso d'água. O objetivo principal da pesquisa foi analisar microbiologicamente a qualidade superficial da água do rio Bubu, através da utilização de tubos múltiplos, para evidenciar a ocorrência de coliformes totais e termotolerantes, contabilizando espécies de microrganismos heterotróficos encontrados nas águas coletadas. Dessa forma, as

amostras para realização da pesquisa foram duas, uma na zona rural (Bubu) e a outra em zona urbanizada (Porto) na região de Cariacica, um município do estado do Espírito Santo (ES). No estudo, as análises com tubos múltiplos, foram realizadas com algumas diluições do material biológico para semeadura e identificação das bactérias e coliformes detectados. Além disso, um outro procedimento metodológico utilizado, foi contagem dos microrganismos heterotróficos, realizado a partir do espalhamento em placas de petri, em meio de cultura ágar nutriente e ágar sabouraud, o que permitiu o crescimento bacteriano no interior do ágar, facilitando a contagem das colônias de microrganismos. Por fim, entende-se que a amostra biológica coletada durante a atual pesquisa na zona urbana apresentou maior número de bactérias e fungos comparado a zona rural, o que demonstrou o impasse envolvendo saúde pública em função do despejo de esgoto devido a falta de saneamento básico da região, ao qual o rio perpassa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água; coliformes termotolerantes; saneamento-básico.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água é um elemento indispensável de grande importância na vida humana, pois, além da sobrevivência, é um elemento essencial para o desenvolvimento de várias atividades, tanto na geração de energia, produção de alimentos quanto na captação de água para potabilização, esse recurso natural auxilia na manutenção do equilíbrio ecológico e ambiental (GARCIA *et al.*, 2015).

Segundo Brito (2018) haja vista que a água é fundamental e sua contaminação pode provocar infecções, o fator principal para se evitar esse impasse é o tratamento da qualidade da mesma e não somente a quantidade ingerida; assim toda água destinada ao ser humano deve estar de acordo com os padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, a fim de manter vivo esse recurso natural.

As atividades humanas têm gerado grandes impactos nos sistemas aquáticos de variadas formas, muitas vezes na forma de despejos domésticos aos quais causam alterações danosas, tanto em qualidade quanto em quantidade, pois o mal gerenciamento hídrico, fornece o acúmulo da inserção de substâncias estranhas (STROHSCHOEN *et al.*, 2009).

O cenário de bacias hidrográficas em áreas de contato rural/urbano são alvos de pesquisa ademais na concepção de proposição de intervenções a partir vivência da realidade social. Portanto, é de extrema notabilidade os levantamentos e diagnósticos desse dilema que possam acarretar na contribuição da contaminação aquática (ALVES *et al.*, 2017).

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Interferência antrópica

Segundo Von Sperling (2007), a qualidade da água é um fator resultante de fenômenos naturais e das operações humanísticas, ou seja, da consequência do uso e da ocupação do solo.

Tendo em vista, a degradação da qualidade das águas pelas atividades humanas, em decorrência da contaminação, Ribeiro (2010) afirma que, por se tratar de mudanças nos aspectos da água, a contaminação relaciona-se com a presença de substâncias ou elementos nocivos à vida invisíveis a olho nu, ao contrário da poluição, pois esta, associa-se a impactos estéticos, ecológicos e fisiológicos, onde esses dois processos podem ocorrer associados ou não.

O uso do recurso hídrico se relaciona ao tipo de finalidade seja no abastecimento domiciliar, industrial, irrigação, para o uso de animais, preservação do meio biótico, recreação e lazer, geração de energia e entre outros (RIBEIRO, 2010).



## 2.2 Políticas e saneamento básico

O impasse da má distribuição, o desperdício e a falta de políticas públicas voltadas ao saneamento básico se tornam ainda mais comuns entre os brasileiros, apesar da consciência do mal que isso causa à população, o meio ambiente acaba sofrendo danos irreversíveis (FAUSTINO, 2010).

Nesse sentido, Prianti *et. al* (2016) relata que os surtos de doenças podem ser transmitidos por meio da água por razão da contaminação bacteriana, à vista do local mais próximo onde a água é encontrada, isto é, próxima de pastagens de animais, assim como o descarte de lixo no manancial, evidenciando a proliferação de microorganismos.

É possível realizar a avaliação da qualidade dos recursos hídricos, no intuito ambiental de diagnóstico das reais condições em que a água se encontra. Análises microbiológicas frequentes são fundamentais no quesito avaliativo, submetida a métodos e parâmetros microbiológicos, identificando e também eliminando-os de maneira correta, com propósito de evitar potencialmente doenças relacionadas a saúde (LIBÂNIO, 2010).

## 2.3 Legislação

Apesar da água do Rio Bubu não ser utilizada para o abastecimento residencial, é de extrema importância controlar os focos de contaminação, dado que esse recurso hídrico está incluído na seção das águas doces do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, destinadas à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, pois sem a mesma, poderá haver contaminação em outros organismos, processo pelo qual resulta em impacto no ecossistema local. Portanto, o direito ao saneamento e à água reúne os direitos ambientais e à qualidade vital, em favor do acesso à cidadania bem como na diminuição das desigualdades sociais brasileiras (IBGE, 2011).

# 3 | METODOLOGIA

## 3.1 Caracterização da área de estudo

A presente pesquisa foi realizada através de um estudo de campo, localizado no Rio Bubu - Cariacica, município do estado do Espírito Santo. De acordo com o IBGE (2020), o município possui 383.917 habitantes, com área territorial de 279,718 km<sup>2</sup> situado na Região Metropolitana de Vitória. As análises laboratoriais da água do rio foram realizadas no Centro Universitário Faesa, localizada na avenida Vitória, 2220, bairro de Monte Belo, município de Vitória, apresentando as coordenadas geográficas -20.310901 de latitude e -40.314460 de longitude.

O Rio Bubu apresenta diversos processos de desgaste e poluição, sendo relacionado com intervenções antrópicas, como construções privadas e residenciais, falta

de conscientização da população, falta de investimento em saneamento básico, além de ocorrer o despejo de esgotos e resíduos domésticos, havendo pontos rurais e urbanizados, sendo denominados de alto curso e baixo curso, respectivamente como mostra a figura 1.

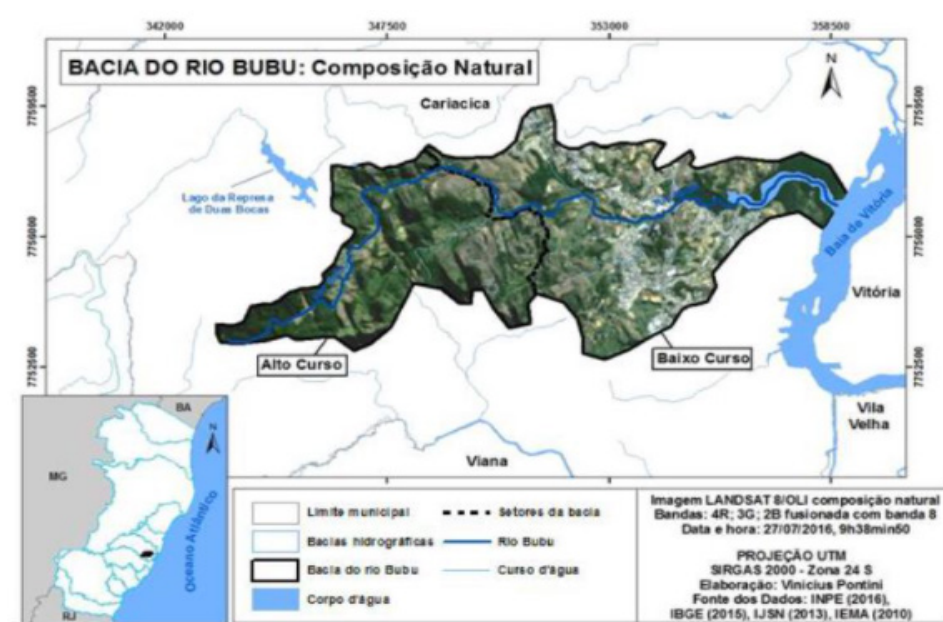


Figura 1 – Representação da zona rural (alto curso) e zona urbana representada como (baixo curso)

Fonte: PONTINI et.al., 2017

### 3.2 Pontos de amostragens

Foram estabelecidos dois pontos de coleta superficialmente da água do Rio Bubu, na região de Cariacica, ES. Sendo localizados em dois bairros: um ponto no bairro de Bubu (área rural) e o outro ponto de coleta no bairro Porto de Cariacica (área urbanizada), como mostra a Figura 2.

As amostras da água do rio Bubu foram coletadas com periodicidade semanal, durante os meses de setembro a outubro de 2021, em horários pré-estabelecidos, totalizando assim oito análises microbiológicas realizadas.

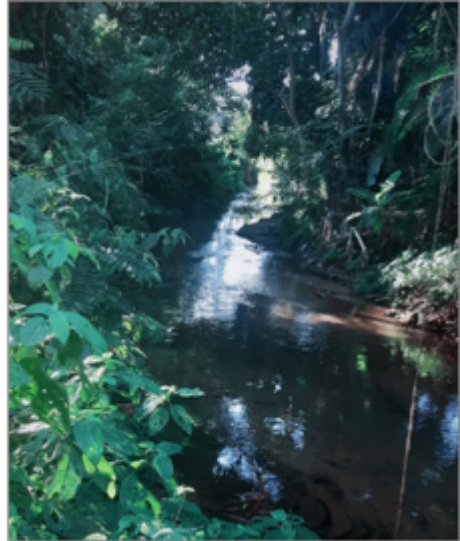


Figura 2 – Pontos distintos de coleta, a esquerda zona urbana no bairro Porto de Cariacica e a direita zona rural localizada no bairro Bubu

Fonte: Arquivo Pessoal

### 3.3 Análises laboratoriais

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2017), a determinação do número de coliformes em uma amostra pode ser realizada a partir da técnica de tubos múltiplos. Ao qual é baseada no princípio de que as bactérias presentes em uma amostra podem ser separadas por agitação, resultando em uma suspensão de células bacterianas, onde as mesmas são analisadas por consequência da inoculação de volumes decrescentes da amostra em meio de cultura.

Através de diluições sucessivas das amostras coletadas, serão obtidos inóculos microbiológicos, cuja semeadura provoca uma combinação de resultados positivos e negativos, no sentido da obtenção de uma estimativa de densidade das bactérias pesquisadas com ênfase para a análise da água do rio (CETESB, 2017).

### 3.4 Tubos múltiplos

A metodologia dos tubos múltiplos é possível através da quantificação, por número mais provável (NMP) de microrganismos, ao decorrer de fases primordiais para análise, sendo uma presuntiva e outra confirmativa. E esta última somente é realizada se houver crescimento positivo na etapa presuntiva (FONTES, 2012).

O procedimento da fase presuntiva se dá através da homogeneização do material atuando na detecção de coliformes termotolerantes, contendo caldo verde brilhante e caldo lactosado, dois tipos de meio de cultura. Ocorre nessa etapa a transferência de alíquotas

e/ou diluições da amostra para tubos de ensaios. Todos os tubos são incubados a 37°C durante 24 a 48 horas realizando a identificação dos que tiverem crescimento (positivo) de coliformes totais (FONTES, 2012).

No caso da fase confirmativa, efetua-se o repique (transferência de alíquotas com alça de platina) dos tubos presuntivos positivos para tubos devidamente preparados como feito anteriormente, para identificar microorganismos do tipo *Escherichia coli*, sendo levado à banho-maria a uma temperatura de 45°C durante 24 a 48 horas e logo após se faz a detecção dos que tiverem crescimento (positivo) de coliformes totais, identificado pela ocorrência de produção de gás nos tubos de Durhan (FONTES, 2012).

De acordo com Fontes (2012) o número de tubos positivos, em cada um dos processos de diluições e das fases utilizadas, compreende-se o número mais provável (NMP), tendo como base tabelas estatísticas, conforme a Figura 3 abaixo.

**Table 1 - Table 1 For 3 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g inocula, the MPNs per gram and 95 percent confidence intervals.**

Pos. Tubes			Conf. lim.		Pos. tubes			Conf. lim.			
0.10	0.01	0.001	MPN/g	Low	High	0.10	0.01	0.001	MPN/g	Low	High
0	0	0	<3.0	-	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	-

Figura 3 – Quadro de exemplos obtidos por resultados positivos em diferentes diluições pelo método de tubos múltiplos, com três tubos múltiplos.

Fonte: FONTES, 2012

### 3.5 Contagem de bactérias heterotróficas

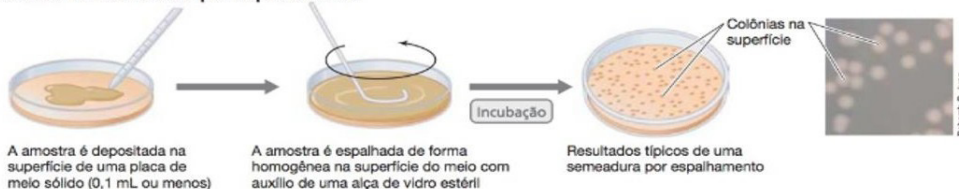
Os microrganismos incluídos na contagem de bactérias heterotróficas podem variar, desde os mais nocivos até organismos que sejam oriundos de fontes poluidoras. A fonte primária para esses microrganismos se desenvolverem em aspecto de crescimento é o carbono orgânico, ao qual possui função de indicador da qualidade da água pois é capaz de fornecer informações na colonização das bactérias (FREIRE *et al.* 2012). O tratamento adequado de esgoto é primordial e se ampara por lei, de acordo com Art.23 da lei do CONAMA 430/2011:

Art. 23 Os efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários poderão ser objeto de teste de ecotoxicidade no caso de interferência de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor.

As duas metodologias mais utilizadas para realização da contagem de bactérias em placa são basicamente, o método de esgotamento em placa e o método “*Pour Plate*”. Através da metodologia de “*Pour Plate*” verte-se o meio fundido sob processo de espalhamento sobre as amostras, ademais homogeneizado através de movimentos circulares suaves da placa, no sentido horário, e logo após o aquecimento na incubadora à 37°C o que permite o crescimento bacteriano no interior do ágar. Outrossim, o período de 48 horas de incubação, é importante para iniciar a contagem de colônias (DOMINGUES, *et. al* 2007).

Entretanto, segundo DOMINGUES, *et.al* (2007) há também o método do esgotamento, sendo utilizado, de forma que a amostra depositada na superfície do ágar já solidificada passe por procedimento de espalhamento uniforme, conforme a Figura 4.

#### Método de semeadura por espalhamento



#### Método de semeadura em profundidade\*



Figura 4 – Representação de técnica utilizada na semeadura *spread plate* e *pour-plate*

Fonte: MADIGAN *et al.*, 2016

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Contagem de bactérias heterotróficas

De acordo com os resultados obtidos a partir dos experimentos, a água do Rio Bubu ao qual se insere na classe 2 da resolução n° 357 do CONAMA, sendo classificada como área de proteção de comunidades aquáticas, apesar da água do Rio Bubu não ser utilizada para o abastecimento residencial, é de extrema importância controlar os focos de contaminação, com o objetivo de preservar o equilíbrio natural do ambiente, uma vez que sua contaminação afeta diretamente outros organismos, resultando em impacto no ecossistema local.

As amostras de água da região urbana, apresentaram um maior índice de bactérias comparado ao rural. O resultado foi obtido a partir das diluições em água esterilizada do material coletado na zona rural do rio nas diluições de  $10^{-1}$  e  $10^{-2}$  e posterior contagem no meio de cultura ágar nutriente, conforme observado no Gráfico 1.

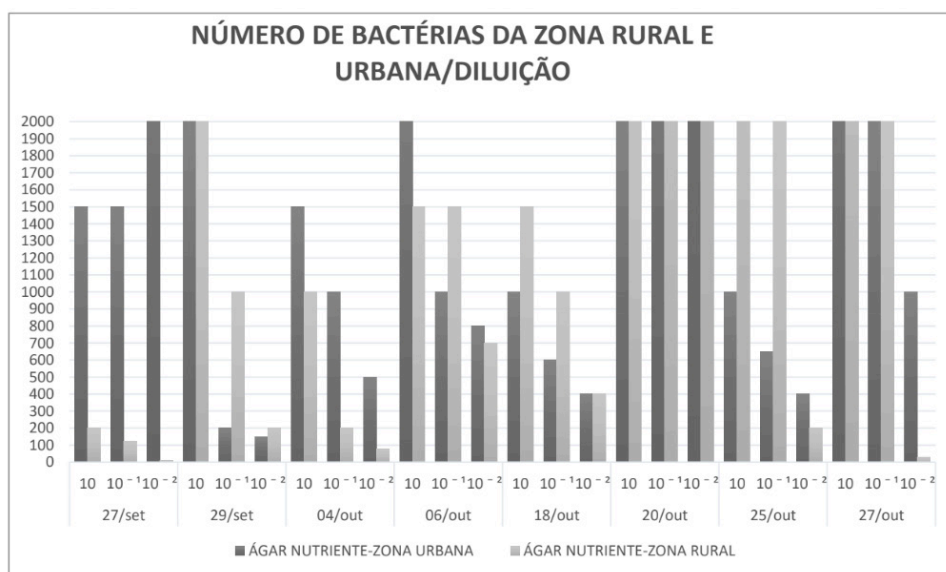


Gráfico – 1 Contagem das colônias de bactérias heterotróficas das amostras da zona rural e urbana em diferentes diluições no meio de cultura ágar nutriente

Fonte: Autoras

Os locais de estudos foram distintos, havendo um percentual variado no resultado das análises, representado tanto no gráfico fúngico, quanto no bacteriano, podendo ser também devido a oscilação encontrada nas coletas e amostras de água do rio em dias chuvosos, uma vez que segundo Lima (2008) as atividades pluviométricas podem diminuir a concentração de coliformes termotolerantes, conforme o Gráfico 2 abaixo.

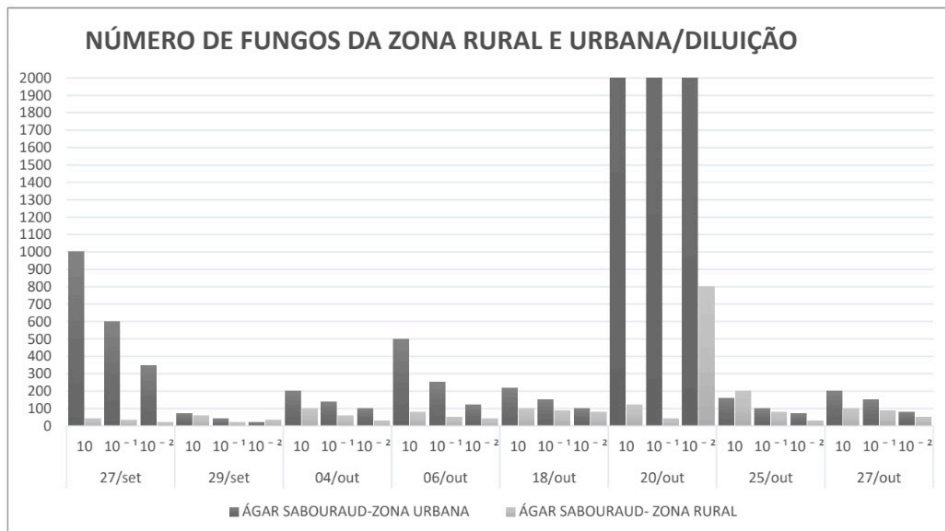


Gráfico 2 – Contagem das colônias de fungos das amostras da zona rural e urbana em diferentes diluições no meio de cultura ágar nutriente

Fonte: Autoras

O número de fungos, por sua vez, foi maior nas amostras da região urbana comparada a zona rural. O resultado foi obtido a partir das diluições em água esterilizada do material coletado na zona rural do rio nas proporções de  $10^{-1}$  e  $10^{-2}$  e posterior contagem no meio de cultura ágar sabouraud conforme observado no Gráfico 2.

Houve uma diferença na proporção de crescimento bacteriano quando comparado ao fúngico no material de estudo. No gráfico 2 foi observado um crescimento mais atenuado de fungos da zona urbana em relação a rural quando comparado ao crescimento bacteriano, uma vez que no gráfico 1 o número de bactérias foi mais semelhante entre os dois locais de coleta.

## 4.2 Tubos múltiplos

A presença de coliformes termotolerantes está diretamente relacionada com a qualidade da água, de acordo com o anexo da Portaria nº 36, do Ministério da Saúde, de 19 de janeiro de 1990, a água destinada ao consumo humano deve apresentar critérios, normas e padrões químicos e microbiológicos de potabilidade em todo o território nacional (BRASIL, 1990).

A partir das análises realizadas pelo processo de tubos múltiplos, foi possível observar que não foi encontrado coliformes termotolerantes em todas as amostras da região urbana, exceto nas dos dias 6 e 8 de outubro, o que pode ter ocorrido por algum erro na metodologia ou possível contaminação das amostras conforme evidenciado no Quadro 1.

Na metodologia dos tubos múltiplos, foi realizada a diluição da água coletada na região rural e urbana do Rio Bubu, nas concentrações de 1:1, 1:100 e 1:1000 no caldo lactosado, bile verde brilhante e *Escherichia coli*. Dentre os erros na metodologia, é possível que tenha ocorrido a contaminação dos tubos durante a transferência da amostra para sua diluição, como a troca ou o contato do tubo com objetos.

RESULTADOS TUBOS MÚLTIPLOS		ETAPA 1: Caldo lactosado–teste presuntivo		ETAPA 2: Caldo bile verde brilhante–teste presuntivo		ETAPA 3: Caldo E. coli–teste confirmativo	
		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>
Dia 27/09	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
Dia 29/09	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
Dia 04/10	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
Dia 06/10	Zona rural	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
	Zona urbana	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Dia 18/10	Zona rural	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
	Zona urbana	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Dia 20/10	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Dia 25/10	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Dia 27/10	Zona rural	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Zona urbana	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo

Quadro 1 – Resultados da presença de coliformes termotolerantes nas amostras da zona rural e urbana do rio em cada dia de análise laboratorial

Fonte: Autoras



Na região urbana, foram encontrados resultados positivos acerca da presença de coliforme termotolerantes, o que pode ser evidenciado pelo maior contato antrópico na região, como despejo de resíduos e excrementos, enquanto na região rural não há contato humano considerável com o rio.

## CONCLUSÃO

As condições ambientais do rio Bubu, localizado em Cariacica, ao qual realizou-se a atual pesquisa encontra-se sob influência de questões antrópicas e está relacionada com a falta de investimento em saneamento básico nos bairros adjacentes, evidenciando a presença de microrganismos possivelmente patogênicos, tais como bactérias e fungos encontrados no recurso hídrico, a partir do despejo inadequado de dejetos que desencadeiam a proliferação de coliformes termotolerantes. Portanto, é de grande relevância que sejam tomadas providências imediatas pelo poder público de caráter corretivo, informativo e preventivo a fim de atenuar os danos ambientais e sociais ocasionados pela contaminação.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Wellmo dos Santos *et al.* Avaliação da qualidade da água e estado trófico do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – GO, Brasil. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 13-29, 2017. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/10939>> Acesso em: 23 de novembro de 2021.

BRASIL. **Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990**. Descreve a aprovação de normas, fiscalização controle das águas por meio dos estados, período de renovações de normas. Disponível em: <[https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saude-bucal/legislacao/fluoretacao/portaria36\\_19\\_01\\_90.pdf/view](https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saude-bucal/legislacao/fluoretacao/portaria36_19_01_90.pdf/view)> Acesso em: 23 nov. 2021.

BRITO, Izabela *et al.* ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS RASOS DO BAIRRO CANAÃ EM RIO BRANCO, ACRE, 2018. **Revista DeCiências em Foco**, Rio Branco, Acre, v. 3, n. 1, p. 15-24, 2019. Disponível em: <<http://revistas.uninorteac.com.br/index.php/DeCienciaemFoco0/article/view/257>> Acesso em: 23 nov. 2021.

CETESB. **L5.202**: coliformes totais e fecais - determinação pela técnica de tubos múltiplos: método de ensaio. São Paulo, 1993. 40 p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>> Acesso em: mai.2021.

DOMINGUES, Vanessa Oliveira *et al.* Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: comparação entre duas metodologias. **Revista do Centro de Ciências da Saúde**, Santa Maria, RS., v. 33, n. 1, p. 15-19, 2007. DOI 10592/22365834. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/revistasaude/article/view/6458/3926>> Acesso em: 24 nov. 2021.

FAUSTINO, F. Dia Mundial da Água. **Revista Meio Ambiente Industrial**, São Paulo: Editora Tocalino LTDA, 2010.

FONTES, Luiz. Análises de coliformes por tubos múltiplos: Técnica de Tubos Múltiplos. In: Tubos múltiplos. **Bancada Pronta**. [S. l.], 3 ago. 2013. Disponível em: <<https://bancadapronta.wordpress.com/2013/09/03/analises-de-coliformes-por-tubos-multiplos/>>. Acesso em: 26 nov. 2021.

FREIRE, R. C.; LIMA, R. de A. Bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água potável no município de Olinda-PE e sua importância para a saúde pública. **JMPHC | Journal of Management & Primary Health Care | ISSN 2179-6750**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 91–95, 2013. DOI: 10.14295/jmphc.v3i2.144. Disponível em: <https://www.jmphc.com.br/jmphc/article/view/144>. Acesso em: 1 dez. 2021.

GARCIA, Érica N. dos A.; MORENO, D. A. A. C.; FERNANDES, A. L. V. A IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS:UM PANORAMA SOBRE A ESCASSEZ DA ÁGUA NO BRASIL. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 11, n. 6, 2015. DOI: 10.17271/1980082711620151259. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum\\_ambiental/article/view/1259](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/1259). Acesso em: 1 dez. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de saneamento**. Rio de Janeiro:IBGE, 2011.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Editora Átomo, 2010.

LIMA, W.S. *et.al.* **Qualidade da água em Ribeirópolis: o açude do Cajueiro e a barragem do João Ferreira**. 2008 Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós graduação em Agroecossistemas ,Universidade Federal de Sergipe, Sergipe,2008.

MADIGAN, M. *et al.* **Microbiologia de Brock**. São Paulo: Artmed, 2016.

POTINI, Vínicius Vieira. *et.al.* Aplicações geotecnológicas em estudos socioambientais: avaliação da fragilidade emergente na bacia hidrográfica do Rio Bubu (ES). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento** Campinas- SP, v.1. n.1 p.4731- 4740, 2017.DOI - 10.20396/sbgfa.v1i2017.2086. Disponível em: <<http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2086>> Acesso em: 12 maio 2021.

PRIANTI, M.G *et al.* Análise microbiológica da água do rio Poti no perímetro urbano do município de Teresina, Piauí. **Pubvet** , Teresina-PI, v. 10, n. 6, p. 470-476, jun. 2016. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/artigo/2838/p-styletext-align- justifystronganaacutelise-microbioloacutegica-da-aacutegua-do-rio-poti-no- periacutemetetro-urbano-do-municiaacutepio-de-teresina-piauiacutestrongp.>>> Acesso em: 12 maio 2021.

RESOLUÇÃO CONAMA. **Lei nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.-CONAMA. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/>.Acesso em: 2 dez. 2021.

RESOLUÇÃO CONAMA. **Lei nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/>.Acesso em: 2 dez. 2021.

RIBEIRO, E.V. *et.al* **Avaliação da qualidade da água do Rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora – Mg: Metais pesados e atividades antropogênicas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.

STROHSCHOEN, A. A. G.; PÉRICO, E.; LIMA, D. F. B. de.; REMPEL, C. Estudo preliminar da qualidade da água dos rios Forqueta e Forquetinha, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 372-375, out./dez. 2009. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/114892>>Acesso em:23 de novembro de 2021.

SPERLING, V.M. **Estudos de Modelagem da qualidade da água de rios**. Minas Gerais: UFMG,2007.

# OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONITORAMENTO, ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA *PI VISION*

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Luis Felipe Correia Palma**

Engenheiro de Produção pela Universidade Carlos Drummond de Andrade, Técnico em logística pelo SENAC-SP e Agente de Saneamento Ambiental na SABESP-SP

### **Eliane Xavier**

Engenheira Civil pela Universidade Cruzeiro do Sul, Tecnóloga em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia São Paulo (FATEC-SP), Pós-graduada em Gestão Pública pela UNIFESP e Pós-graduada em Gestão de Negócios pela UNINOVE

### **Daniel Gomes da Rocha**

Graduando em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Internacional. Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Centro Universitário Internacional. Encarregado no Polo de Manutenção de Água de Itaquera – MLQA - SABESP-SP

### **Rodrigo de Araujo Balduino**

Engenheiro Civil pela Universidade São Judas. Técnico em Sistemas de Saneamento na SABESP-SP

em utilizar dados para tomar decisões cada vez mais ágeis e assertivas, a célula de operação do Polo de água da Unidade de Gerenciamento Regional (UGR), localizada no bairro de Itaquera, buscando a melhoria contínua dos seus processos, passou a utilizar a ferramenta *PI Vision*, para criação de painéis de fácil visualização que fornecem dados em tempo real dos equipamentos com telemetria, para monitoramento do sistema de distribuição de água da região. Através da utilização desses painéis, foi possível otimizar o processo de monitoramento, diminuindo o tempo gasto na realização das leituras dos equipamentos, obtendo mais agilidade nas tomadas de decisões e, conseqüentemente, melhorando a eficiência do abastecimento para a população atendida. Os mercados estão se adequando ao crescimento global e a revolução da informação está reduzindo o tempo disponível para a tomada de decisões efetivas (SOUZA, 2009). O presente trabalho busca mostrar a aplicação da ferramenta de visualização de dados (*PI Vision*), contribuindo positivamente para o ganho de produtividade e otimização do processo de monitoramento de equipamentos da célula de operação do Polo Água da UGR.

**PALAVRAS-CHAVE:** Otimização,

**RESUMO:** Visando acompanhar o avanço tecnológico e a alta tendência do mercado

## INTRODUÇÃO

Em decorrência do crescimento populacional das cidades, atender as demandas de saneamento da população é um grande desafio enfrentado pelas empresas do setor. Na Sabesp não é diferente, e projetos de engenharia sanitária são desenvolvidos a todo momento a fim de garantir a regularidade do abastecimento para a população. Como consequência desse desenvolvimento, o número de equipamentos a serem operacionalizados e monitorados também vem crescendo a cada ano.

Com base nesse cenário, notou-se que o método que estava sendo utilizado para realizar o monitoramento dos equipamentos estava demandando, a cada dia, mais tempo e esforço por parte dos operadores. Logo, a célula de operação do Polo Água da UGR, buscando otimizar o processo de monitoramento, mudou o método e passou a utilizar a ferramenta *PI Vision* para criar painéis simples e de fácil visualização para monitorar os equipamentos de forma mais ágil, gerando ganhos em produtividade e contribuindo para melhoria da eficiência do sistema de abastecimento de água para a população.

Mirshawka & Báez (1993), defendem que a luta por ferramentas que auxiliam no aumento da produtividade deve se estender a todas as áreas da empresa, eliminando tudo o que não agregue valor aos produtos, serviços, tarefas e pessoas.

## OBJETIVO

Mostrar a aplicação da ferramenta *PI Vision* na elaboração de telas de monitoramento, contribuindo para otimização do processo de leitura e análise dos equipamentos com telemetria da Unidade de Gerenciamento Regional.

## CÉLULA DE OPERAÇÃO DE ÁGUA

A Célula de Operação do Polo Água da UGR, localizada no bairro de Itaquera, tem por principal objetivo contribuir para o funcionamento de todo o sistema de abastecimento da região com a melhor eficiência possível, através de monitoramento e operação de equipamentos como Reservatórios, Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT's), *Boosters* (Bombas Pressurizadoras) e Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs). Convém ressaltar que o modelo de célula de operação de água apresentado não é único e pode variar conforme as características e necessidades de cada Unidade de Gerenciamento.

## METODOLOGIA DE MONITORAMENTO PELO SISTEMA DO TIPO SCADA

Conforme Neto (2021), *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) - Sistema

de Supervisão e Aquisição de Dados, resumidamente falando, é o sistema responsável por controlar e monitorar plantas através da comunicação com sensores e atuadores. Eles possibilitam esse gerenciamento do processo de forma remota, trazendo segurança e comodidade aos usuários. São capazes de coletar e processar dados em tempo real, enviando comandos e tratando informações.

No Polo Água da UGR, o sistema do tipo SCADA era utilizado para fazer o monitoramento diário de todas as Estações Elevatórias de Água e dos *Boosters* operantes na região da UGR.

Dessa forma, os operadores tinham que visualizar cada informação, de cada equipamento, de forma individual, gerando um esforço e tempo gasto muito grande para realizar um ciclo completo de leitura de todos os equipamentos, pois os dados a serem verificados muitas vezes ficavam em telas diferentes conforme demonstrado na Figura 1.

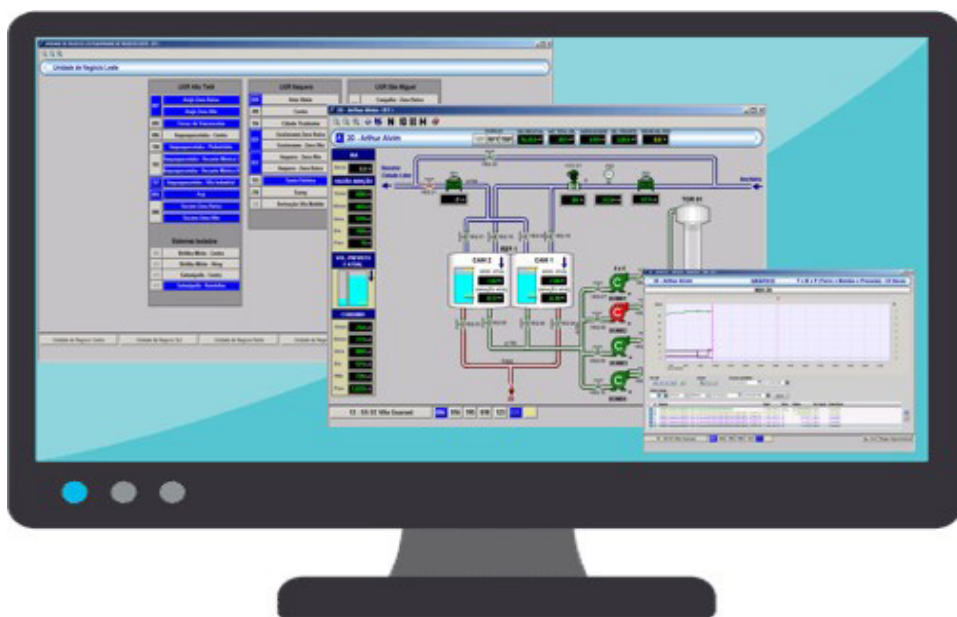


Figura 1: Exemplo da utilização do sistema do tipo SCADA para monitorar uma EEAT.

Fonte: Autor

São apresentados abaixo, os itens básicos necessários para realizar a leitura de uma Estação Elevatória de água e *Booster*, conforme Tabela 1 e 2.

ITEM AVALIADO	VERIFICAÇÃO BÁSICA	UNIDADE
Reservatório	Verificar se o valor do nível do reservatório está dentro dos limites de controle	m <sup>3</sup>
Status das Bombas	Verificar se as bombas estão operando conforme programado, através da visualização da cor da Bomba (Vermelho=Des. / Verde=Lig.)	-----
Recalque	Verificar se o valor do recalque no gráfico está de acordo com os parâmetros configurados	mca
Ponto Crítico (PC)	Verificar se o valor do PC no gráfico está dentro dos limites de controle	mca
Vazão	Verificar se o valor da vazão no gráfico está dentro dos limites de controle	L/s

Tabela 1: Parâmetros utilizados para realizar uma leitura básica de uma EEAT.

Fonte: Autor

ITEM AVALIADO	VERIFICAÇÃO BÁSICA	UNIDADE
Status das Bombas	Verificar se as bombas estão operando conforme programado, através da visualização da cor da Bomba (Vermelho=Des. / Verde=Lig.)	-----
Sucção	Verificar se há sucção adequada para o funcionamento do <i>Booster</i>	mca
Recalque	Verificar se o valor do recalque no gráfico está de acordo com os parâmetros configurados	mca
Ponto Crítico (PC)	Verificar se o valor do PC no gráfico está dentro dos limites de controle	mca
Vazão	Verificar se o valor da vazão no gráfico está dentro dos limites de controle	L/s

Tabela 2: Parâmetros utilizados para realizar uma leitura básica de um *Booster*.

Fonte: Autor

Ressaltamos que essas são as verificações básicas dos equipamentos. Caso os itens verificados estejam todos dentro dos parâmetros, a leitura da Estação ou *Booster* é finalizada e o operador passa para o próximo equipamento a ser verificado. Porém, se for encontrada alguma anormalidade nas informações verificadas, o operador levará mais tempo realizando uma análise mais detalhada para identificar a causa do problema.

Portanto, sabendo do esforço e tempo gasto para realizar um ciclo completo da leitura de todos os equipamentos e que estas se repetem várias vezes ao dia, a equipe do Polo Água da UGR elaborou telas de monitoramento únicas utilizando o *PI Vision*.

## METODOLOGIA DE MONITORAMENTO PELO SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO *PI VISION*

Inicialmente, convém esclarecer que os dois sistemas estão interligados, de forma que um depende das informações fornecidas pelo outro. No caso, o sistema *PI Vision* busca no sistema SCADA as informações necessárias para criação, visualização e análise dos dados. É importante destacar que a utilização do sistema SCADA continua sendo necessária, pois é através dele que é possível comandar remotamente os equipamentos.

O *PI Vision* é um *software* de visualização de dados que nos permite criar painéis de monitoramento de processos avançados em minutos com as ferramentas intuitivas de (*Drag-and-drop*) arrastar e soltar (OSISOFT, 2022). Os painéis são elaborados de maneira flexível de acordo com a necessidade do usuário, facilitando muito a visualização das informações e, conseqüentemente, agilizando o entendimento e a tomada de decisão.

Conforme mencionado anteriormente, uma das vantagens de utilizar o *PI Vision* é que ele nos permite criar e personalizar telas de acordo com a necessidade do usuário. Contudo, o intuito inicial foi elaborar telas simples e intuitivas contendo apenas informações realmente necessárias para a realização do monitoramento dos equipamentos. Portanto, foram elaboradas duas telas. A primeira (Figura 2), contendo todas as informações necessárias para a visualização das Estações Elevatórias de Água, e a segunda (Figura 3), para a visualização dos *Boosters*. As principais informações ficam disponíveis em um único painel, simplificando a visualização dos dados necessários para a leitura dos equipamentos.

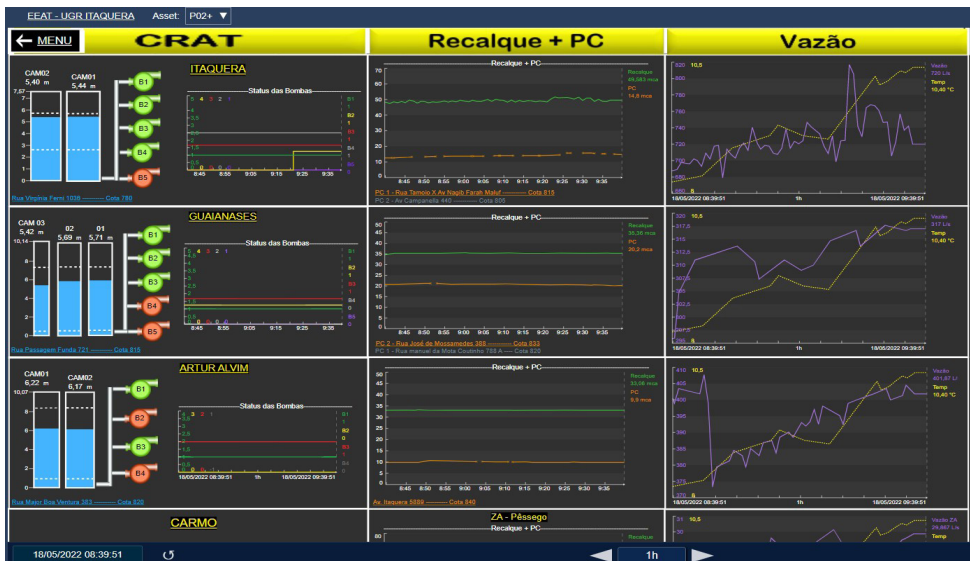


Figura 2: Tela criada através da ferramenta *PI Vision* para monitorar as Estações Elevatórias da UGR.

Fonte: Autor

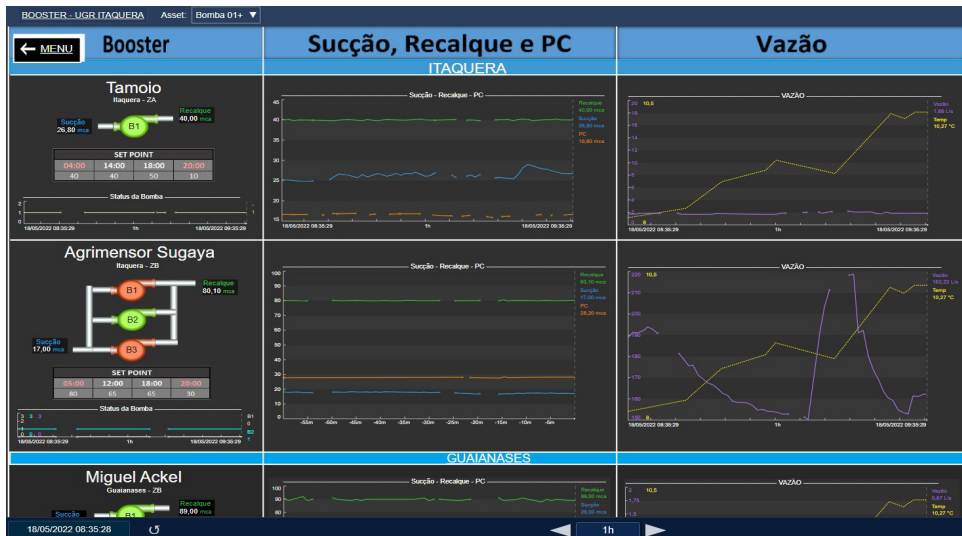


Figura 3: Tela criada através da ferramenta *PI Vision* para monitorar os *Boosters* da UGR.

Fonte: Autor

Ao realizar o monitoramento de forma mais ágil das EEATs e dos *Boosters*, por meio das telas do *PI Vision*, o operador, ao identificar qualquer anormalidade, pode atuar de forma rápida a fim de evitar ou minimizar um possível problema no sistema de abastecimento.

## RESULTADOS OBTIDOS

O método de monitoramento utilizando o sistema do tipo SCADA para realizar as leituras diárias dos equipamentos da UGR, exigia que o operador visualizasse no mínimo 3 abas/telas diferentes para cada equipamento sendo necessários alguns cliques para chegar em informações gráficas como a de vazão e recalque. Tendo em vista todas as EEATs e os *Boosters* da UGR, para completar um ciclo completo de leitura de todos esses equipamentos, o operador gastava em média 30 min, considerando que todos os equipamentos estivessem operando de acordo com os parâmetros adequados.

A partir da utilização das telas do *PI Vision*, para fazer o monitoramento, a célula de operação obteve uma redução do tempo médio de um ciclo completo de leitura de todos os equipamentos em cerca de 80%, ou seja, de 30 minutos para uma média de 5 minutos por leitura completa, otimizando o tempo e ganhando produtividade no processo. Além disso, o sistema proporcionou verificação dos históricos e facilitou as análises comparativas de todos os equipamentos em conjunto. Com isso, é possível uma tomada de decisão mais ágil e a melhoria da eficiência do sistema de abastecimento, beneficiando a população atendida pela UGR.

Além da diminuição do tempo de leitura e o ganho de produtividade, com a utilização



das telas do *PI Vision* para monitoramento os operadores observaram outros benefícios, como:

- a) visualização mais fácil e intuitiva;
- b) dados e informações centralizadas;
- c) ganho de eficiência em análises mais detalhadas;
- d) ganho de agilidade na tomada de decisão;
- e) ganho de eficiência no abastecimento.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

É importante destacar que, com os resultados positivos obtidos, a célula de operação do Polo Água da UGR, manterá a utilização do *PI Vision* como ferramenta de monitoramento e análises das EEATs e *Boosters*, e continuará explorando a ferramenta a fim de acompanhar o crescimento do número de equipamentos operacionalizados e monitorados pela UGR. Desta forma, a expectativa é obter mais melhorias para o processo, trazendo eficiência ao abastecimento em prol da população atendida.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da utilização desta ferramenta, foi possível obter ganhos de produtividade para a equipe da célula de operação do Polo otimizando o processo de monitoramento.

Observou-se uma redução média de 80% no tempo gasto para a realização de uma leitura completa das EEATs e *Boosters* da UGR, o que foi entendido como resultado satisfatório. O resultado contribuiu para a agilidade nas tomadas de decisões, melhorando a eficiência do abastecimento em benefício da população atendida.

## REFERÊNCIAS

1. CASTRO, Diogo Ávila de. et al. Interfaces do Conhecimento: A Transformação Digital na Sabesp. Engenharia Ambiental e Sanitária, Ponta Grossa/PR, v. 1, p. 25-42, 2019.
2. MIRSHAWKA, V. & BAEZ, V. E. Produmetria: a vez do Brasil. São Paulo: McGraw-Hill, 1993.
3. NETO, Vinicio Verissimo da Silva. Automatização do Processo Composto de Coleta, Tratamento, Análise e Envio de Dados de Qualidade de Energia Elétrica ao Operador Nacional do Sistema Elétrico. Florianópolis, 2021. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Catarina em Florianópolis, 2021.
4. Osisoft, “Águas” Disponível em: <https://www.osisoft.pt/industries/water>. Acesso em 16/05/2022.

5. Osisoft “*PI Vision*” Disponível em: <https://www.osisoft.pt/pi-system/pi-core/visualization>. Acesso em 16/05/2022.

6. SOUZA, Irineu Manoel. *Gestão das Universidades Federais brasileiras: uma abordagem fundamentada na Gestão do Conhecimento*, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Universidade Federal de Santa Catarina em Florianópolis, 2009.

# ANÁLISE SOBRE VERTICALIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Suzyanne Negreiros Figueiredo**

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica Instituto de Ensino Superior Fucapi Manaus – Amazonas

### **Juciely Leite Costa Cortez**

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica Instituto de Ensino Superior Fucapi Manaus – Amazonas

### **Ana Lúcia Barros de Andrade**

Universidade Federal Do Amazonas - UFAM Manaus – Amazonas

**RESUMO:** A pesquisa trata-se de um entendimento sobre a verticalização e seus impactos ambientais, assim, se entende que normalmente, estabelecem limites para as emissões de poluentes no ar e na água e para geração e gerenciamento de resíduos, juntamente com quaisquer outras condições ambientais para uma instalação individual. Se devidamente projetadas, as condições de permissão também fornecem incentivos para que a comunidade regulamentada proteja o meio ambiente de forma eficaz e econômica e garanta que os interesses privados e públicos sejam igualmente respeitados. Além disso, eles

podem fornecer níveis de referência para calcular encargos ambientais ou impostos a serem pagos pelas indústrias. O papel do sistema de autorização para diminuir os impactos ambientais e as funções exigidas dele devem ser considerados no contexto do sistema regulatório ambiental global. O licenciamento no Brasil é geralmente visto como um ciclo que começa com o planejamento de políticas e a definição de normas e objetivos ambientais, juntamente com o estabelecimento de legislação e regulamentos, a fim de dar-lhes efeito legal. É o arcabouço legal que dá força às atividades de interação de autorização, controle e promoção de conformidade e aplicação. A avaliação do sucesso do sistema no alcance de seus objetivos pode então ser devolvida à parte apropriada do sistema por meio de um compromisso com a melhoria contínua do sistema global. Portanto, permitir é apenas um elemento, ainda que fundamental, do sistema de regulação ambiental, e para alcançar objetivos ambientais requer atenção a todos os elementos e à forma como interagem. A Verticalização e seus impactos ambientais no Brasil, deriva da forma como a regulação ambiental se desenvolveu como problemas ambientais específicos

necessários. Por exemplo, foi introduzida a legislação de proteção dos recursos hídricos e as autoridades necessárias criadas como a importância do abastecimento de água limpa foram reconhecidas. As medidas e regras no setor da construção para reduzir o impacto deste último: o desafio energético, plano de ação para gestão de energia convoca projetos, “edifícios exemplares” convoca projetos, energia. Até agora, as principais ambições têm envolvido novas construções e gerenciamento de energia dentro dos edifícios, embora a renovação não tenha sido ignorada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Verificação. Impactos ambientais. Meio Ambiente.

**ABSTRACT:** The research is about an understanding of Verticalization and its environmental impacts, thus it is understood that they typically set limits on emissions of pollutants into air and water and on waste generation and management, along with any other environmental conditions for an individual facility. If properly designed, permit conditions also provide incentives for the regulated community to protect the environment effectively and economically, and ensure that private and public interests are equally respected. In addition, they can provide reference levels for calculating environmental charges or taxes to be paid by industries. The role of the permitting system in reducing environmental impacts and the functions required of it should be considered in the context of the overall environmental regulatory system. The licensing system in Brazil is generally seen as a cycle that begins with policy planning and the definition of environmental standards and objectives, together with the establishment of legislation and regulations in order to give them legal effect. It is the legal framework that gives strength to the interacting activities of authorization, control and promotion of compliance and enforcement. The evaluation of the success of the system in achieving its objectives can then be fed back to the appropriate part of the system through a commitment to continuous improvement of the overall system. Therefore, permitting is only one element, albeit a fundamental one, of the environmental regulatory system, and achieving environmental objectives requires attention to all the elements and how they interact. Verticalization and its environmental impacts in Brazil, stems from the way environmental regulation has developed as specific environmental problems needed. For example, legislation to protect water resources was introduced and necessary authorities created as the importance of clean water supplies were recognized. The measures and rules in the construction sector to reduce the impact of the latter: the energy challenge, action plan for energy management calls for projects, “exemplary buildings” calls for projects, energy. So far, the main ambitions have involved new construction and energy management within buildings, although renovation has not been ignored.

**KEYWORDS:** Verification. Environmental impacts. Environment.

## 1 | INTRODUÇÃO

A pesquisa desenvolvida busca analisar a verticalização e seus impactos ambientais em uma Zona Urbana da Cidade de Manaus, sabendo que as cidades na sua complexidade tem se estruturado como espaços híbridos, produzindo um emaranhado entre o ambiente natural e o ambiente construído.

Tem se observado que esses espaços urbanos estão organizados e enquadrados no contexto geográfico de possibilidades da existência de área verde, mobilidade urbana

e área comercial. Quanto à dinâmica em relação ao conforto e a satisfação dependem da localização da construção predial, onde torna-se cada vez mais atrativo morar próximo a área verde pelos benefícios proporcionados. Dos modelos observados na estrutura de construção predial temos: a moderna com uma verticalização bem acentuada e a cidade tradicional mais horizontalizada ; enquanto o primeiro piora cada vez mais o contexto climático, o segundo foi capaz de enriquecê-lo.

Desde então, novos padrões de crescimento urbano emergiram, com todos divergindo do contexto urbano histórico e modificando a proporcionalidade espacial entre as formas construídas. Conseqüentemente, os antigos arranjos espaciais, e capazes de favorecer o bem microclima, desaparecem no contexto moderno, substituído por um desenho monótono que desconsidera o contexto ambiental original.

Ao longo deste processo, a “dicotomia entre sistemas humanos e naturais” e os aumentos do desenvolvimento urbano se transforma “em um acúmulo de desconexões e regiões fragmentadas” nas quais os objetos permanecem “desvinculados de qualquer fluidez urbana”.

O acúmulo de capital transforma permanentemente o ambiente antrópico e natural, resultando em mudanças morfológicas, causando uma expansão contínua dos centros históricos tradicionais e criando o surgimento de “novas estruturas espaciais”.

Exemplos de estruturas espaciais urbanas, atualmente emergindo em algumas cidades de todo o mundo, resultaram da implementação de estratégias de desenvolvimento, que pretendem “reduzir uso de automóveis e promover o uso do transporte público e de meios de transporte de mão humana através de alta densidade, uso misto, desenvolvimento ecologicamente correto dentro de áreas de distância a pé de centros de trânsito”.

Este tipo de planejamento urbano induz uma característica morfológica em torno dos novos eixos de transporte. Os fenômenos descritos acima, resultam em novas estruturas espaciais densas, além das proporções de espaços construídos e não construídos que produzem vários efeitos climáticos. Antes de mais nada, os aumentos de obstruções físicas restringem a perda de calor radiativo de onda longa e aumenta a ascensão de processos antropogênicos. Estes fatos favorecem a liberação do excesso de calor no ar, a temperatura urbana aumenta e se torna mais alta que a do ambiente rural, resultando na Efeito Ilha de Calor.

A absorção e a admissão térmica destes materiais de superfície têm um impacto significativo sobre o equilíbrio térmico e hidrológico de uma cidade. Na escala de pedestres, os materiais trocam radiantes com pessoas, afetando seu conforto térmico.

Além disso, a identificação urbana construída e a qualidade do ar estão intimamente relacionadas, como a dispersão de poluentes atmosféricos é restringida pela construção morfológica. As altas densidades favorecem a concentração da poluição; conseqüentemente, a uniformidade na altura do edifício, largura e comprimento devem ser evitados. A altura do telhado de construção não uniforme proporciona melhor ventilação. As variações no

aquecimento solar nas superfícies urbanas levam a uma forte força de flutuação próxima às superfícies, influenciando em grande parte o movimento do ar e a dispersão de poluentes.

Finalmente, em termos de iluminação natural, as estruturas compactas dos edifícios poderiam causar obstrução solar em direção aos tecidos de baixa elevação. Ao introduzirem edifícios altos, produzem sombras sobre as casas unifamiliares. As ações restringem o direito de acesso solar, impactando a qualidade de vida do bairro, além de comprometer seu potencial aproveitamento de conversão de luz solar em energia e aquecimento de água.

## 2 | CONTEXTUALIZAÇÃO

### 2.1 Aspectos do instrumento de avaliação de Impacto ambiental

A avaliação de impacto ambiental é instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente – **Lei Federal nº 6.938/1981**, que visa à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico (art. 4º, inciso I), tem se tornado uma ferramenta eficaz para prevenção e o controle ambiental. As avaliações dos impactos ambientais são essencialmente a manutenção ou melhoria do ambiente biofísico que é afetado pela atividade humana. Desde que foi introduzida no início da década de 1970, o impacto ambiental há muito foi reconhecido como uma das mais importantes ferramentas reguladoras para proteção ambiental. (MACHADO, 2018).

Ao longo das últimas décadas, o impacto ambiental evoluiu como um conceito e uma prática. Originando-se como um controle regulatório reativo para identificação e redução dos impactos que causam poluição ambiental. O impacto ambiental agora é tido como uma ferramenta proativa, integradora e abrangente para o planejamento e gestão ambiental. Para este efeito, os impactos ambientais podem ser considerados positivos e negativos.

O impacto ambiental como um processo é eficaz se contribuir para melhores decisões de gestão ambiental. No entanto, apesar de mais de 40 anos de prática e uma quantidade considerável de pesquisas, falta uma avaliação abrangente da eficácia do impacto ambiental como uma ferramenta para garantir uma melhor gestão ambiental de ações de desenvolvimento, e a medida em que tem apoiado a gestão ambiental em grande parte desconhecida.

Os acadêmicos expressaram uma lacuna na compreensão da eficácia, e identificou uma necessidade posterior de elaborar e desenvolver uma base empírica e teórica mais firme pelo papel do impacto ambiental em garantir melhores resultados de gestão ambiental. (MACHADO, 2018).

Não há dúvida de que o impacto ambiental está sob ameaça em nível provincial, nacional e internacional e esta ameaça se espelha na significativa lacuna existente na pesquisa e relatando a eficácia do impacto ambiental. Embora seja amplamente aceita como uma ferramenta integral para gestão ambiental, a relação entre a teoria e sua contribuição

real para melhores resultados ambientais carecem de avaliação sistemática. (FINK, 2017).

Os desafios permanecem na teoria do impacto ambiental, e na medida em que os procedimentos do impacto ambiental têm sido focados, enquanto a questão mais substantiva ligada à medir e avaliar os resultados gerais raramente é abordada.

Onde foram feitas tentativas de abordar a eficácia do impacto ambiental à luz de seus resultados, a frustração tem sido expressa pela ausência de um conjunto bem definido e abrangente de critérios de eficácia a partir dos quais se pode basear uma avaliação. Tem sido sugerido que é necessário realizar mais pesquisas, e administradores, praticantes e acadêmicos que se utilizam da ferramenta precisam “dar um passo à frente” e fazer disso sua tarefa para abordar estas questões mais substantivas.

A avaliação do impacto ambiental surgiu em reação às crescentes preocupações sobre poluição e degradação do meio ambiente. Introduzido no Brasil Nacional Lei de Proteção Ambiental (NEPA) na década de 1970, a avaliação do impacto ambiental foi uma ferramenta para identificar e mitigar efeitos ambientais potencialmente adversos, principalmente da indústria e da infraestrutura de desenvolvimento.

Seu objetivo, em princípio, era proteger o ambiente contra degradação e poluição. Foi somente nos anos 80 que o conceito agregado de sustentabilidade ampliou o escopo da avaliação do impacto ambiental para incluir não apenas o ambiente biofísico, mas também aspectos sociais e econômicos. A partir deste conceito, o mandato da avaliação do impacto ambiental e de forma mais ampla foi ampliado para incluir como objetivo, o conceito de sustentabilidade. (FINK, 2017).

Os métodos aplicados às avaliações de impactos ambientais têm evoluído devido à natureza multidisciplinar do processo, que passou a incluir as ciências naturais e sociais, métodos de pesquisa intensiva em dados, e a subjetividade associada à inclusão do “público” no processo de decisão.

## **2.2 Os aspectos da Verticalização**

O modelo científico aplicado sugere que o objetivo da avaliação do impacto ambiental é empregar princípios científicos e procedimentos na identificação e avaliação de procedimentos ambientais a fim de avançar o entendimento científico das interações homem-ambiente.

Os aspectos procedurais deste modelo são científicos e técnicos. No extremo polar deste espectro está o “modelo científico cívico” da avaliação do impacto ambiental, o que sugere que seu propósito é influenciar as decisões através do uso de “práticas, inclusivas e pragmáticas e deliberativas” formas de ciência e arte.

Este modelo assume um muito mais “cívico”, como evidenciado por seu foco na incorporação do envolvimento das partes interessadas. Ele permite que as decisões sejam tomadas de forma subjetiva e tenta ser mais interpretativa do complexo termo “desenvolvimento sustentável”. (FINK, 2017).

A ciência neste modelo é muito menos convencional, pois é usada para capacitar todas as partes interessadas e não meramente mensurável e objetiva resultados baseados na ciência natural para deliberar e tomar decisões. No centro deste espectro está o “modelo de fornecimento de informações”, que reconhece os recursos e o tempo limitados às restrições presentes durante o processo de tomada de decisão e a necessidade de usar o melhor científico em práticas versus exaustivas pesquisas científicas e testes.

Processo que pode ser ineficaz para influenciar a tomada de decisões ambientais. Isto é especialmente evidente na mais recente revisão da Lei de Avaliação Ambiental, na qual se minimizam os atrasos de tempo associados ao desenvolvimento.

As aprovações parecem ser uma grande preocupação a favor de um retorno ao básico, que envolve a identificação de seus objetivos fundamentais e identificando posteriormente as melhores práticas para evocar esses resultados. No entanto, operacionalmente definindo os princípios fundamentais e o que constitui a “eficácia” para alcançar não é uma tarefa fácil. (MACHADO, 2018).

Até o momento, tem sido largamente fragmentada entre a ciência aplicada por um lado: determinação do fluxo processual e do processo decisório, e ciência cívica por outro lado: responsável pela disseminação do conhecimento e, conseqüentemente, apenas agitando consciência das partes interessadas através do aumento gradual da consciência ambiental.

### **3 I SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE RESIDENCIAL**

#### **3.1 Metas ambientais de desempenho no setor**

O objetivo geral para o setor residencial é ambicioso, realista e racional tanto em termos de custo quanto de sustentabilidade: uma média e, conforme recomendado pelo Pacto Interfederal de Energia para o setor residencial, parece ser uma feira e meta alcançável. (VARGAS; CASTILHO, 2009).

O estudo “de custo ideal” de edifícios residenciais, que avalia o impacto econômico de vários objetivos energéticos, também confirma a relevância deste objetivo. Existem argumentos sólidos para não ter um objetivo mais difícil: o estado atual dos edifícios e a impossibilidade, para uma parte significativa do estoque, de alcançar o desempenho de um edifício passivo.

A quantidade de investimento necessária para atingir este tipo de desempenho, contrabalançado com o frequentemente subestimado o impacto do comportamento dentro do edifício; a realidade material e ambiental impacto deste investimento e de quaisquer soluções tecnológicas sofisticadas, que também devem ser equilibradas contra a importância de mudanças de comportamento em termos de como os edifícios são ocupados. (FINK, 2017).

A introdução deixou claro que o objetivo geral só pode ser alcançado se um nível



mínimo de desempenho é exigido para todos os edifícios. O setor residencial será conduzido para o adequado nível de desempenho, impondo obrigações em intervalos regulares para realizar trabalhos de economia de energia em ordem para atingir o nível necessário para o tipo de edifício em questão até 2050.

Cinco prazos foram estabelecidos, embora, muito claramente, edifícios atinjam seu objetivo antes do final de 2050. O prazo será isento da execução dos trabalhos nos prazos intermediários. Este sistema requer um controle de impactos ambientais a ser emitido para cada edifício, quer seja ou não objeto de uma transação.

Este sistema também exige certificados de qualidade impecáveis, o trabalho atualmente sendo realizado sobre a aprovação de certificadoras tem como objetivo atingir este objetivo. O controle de impactos ambientais será adaptado para mostrar todas as recomendações necessárias para que toda a energia potencial economia dentro do edifício possa ser feita. Além disso, se, apesar de todas as recomendações feitas no controle de impactos ambientais, o objetivo estabelecido para o tipo de edifício não pode ser alcançado, o objetivo de implementar todas as recomendações serão estabelecidas para o edifício. (FINK, 2017).

Embora inicialmente focado em energia, o controle de impactos ambientais incluirá critérios de sustentabilidade no meio e suas recomendações também serão adaptadas de acordo com a eliminação gradual dos combustíveis fósseis para edifícios térmicos, este é um objetivo totalmente coberto sobre calor renovável. Os edifícios de propriedade conjunta estarão sujeitos a uma obrigação em duas partes: uma que cobre o edifício, para a qual os outros que cobrem as partes privadas, pelas quais seus proprietários individuais serão os responsáveis.

O Pacto Interfederal de Energia colocou a fasquia muito alta: até 2050 o setor de serviços deve ter como objetivo atingir um estoque de construção neutro em termos energéticos em termos de aquecimento, produção de água quente doméstica, resfriamento e iluminação.

Entretanto, de pequenas lojas situadas no térreo das casas a blocos de escritórios, e de esportes de serviços para hospitais, o setor de serviços cobre algumas situações muito diferentes e, portanto, deve ser abordado utilizando uma discriminação setorial apropriada.

Dada a segmentação escolhida, está previsto, portanto, o seguinte: imposição de um sistema de obrigações semelhante ao setor residencial; ampliar o escopo ou reforçar o objetivo do plano de ação local para a gestão de energia imposta a grandes complexos imobiliários, se forem considerados relevantes avaliação da medida; prolongando o tempo de retorno sobre os investimentos necessários como resultado da energia recomendações de auditoria impostas aos grandes consumidores de energia como parte de sua licença ambiental. (VARGAS; CASTILHO, 2009).

No entanto, a redução do impacto ambiental do estoque do edifício não foi objeto de uma estratégia autônoma. Tendo em vista os objetivos a serem alcançados, devemos

agora aplicar o princípio de que, em longo prazo, não pode mais haver prédios com mau desempenho. É irrelevante se propriedades são próprias ou alugadas: de forma bastante simples, ocupar um verdadeiro dreno de energia não será mais tolerado. Entretanto, nem toda esperança pode ser colocada no envelope ou nos sistemas do edifício: o comportamento dentro do edifício é decisivo e a sobriedade energética é uma necessidade. A fim de reduzir drasticamente o impacto ambiental dos edifícios, três ângulos principais de ataque devem ser plenamente perseguidos: aumentar o ritmo de renovação, melhorar a qualidade das renovações e tornar racional o uso de energia dentro dos edifícios.

Todo o arsenal de políticas públicas também deve ser implantado: documentação, comunicação, regulamentação, apoio, incentivo, assistência financeira, inovação, etc., entretanto, a realização destes objetivos só será verdadeiramente viável se existirem os dois elementos seguintes: claro e requisitos firmes que podem elevar o desempenho de todo o estoque a um alto nível, e uma mobilização sem precedentes das finanças públicas e privadas. (VARGAS; CASTILHO, 2009).

O caso de todas as autoridades públicas estarem sujeitas às exigências de desempenho energético e sustentabilidade para 2040 será examinado. Cláusulas de sustentabilidade podem ser propostas a este respeito, que as autoridades podem inserir em suas especificações para projetos ou contratos de trabalho (VARGAS; CASTILHO, 2009).

Algumas medidas específicas já estão planejadas para apoiar as autoridades públicas regionais e locais neste esforço: os programas que são abordados com mais detalhes no capítulo “apoio”, destinam-se a garantir que uma proporção significativa do estoque de edifícios públicos tem menor consumo de energia e utiliza a produção local de energia sempre que possível.

A habitação pública, que será coberta pelo sistema de obrigações a que se refere acima, também será exigido para atingir um excelente desempenho energético durante grandes obras de renovação, o contrato de gestão será revisado de acordo com estas linhas. Seja no setor residencial ou no setor de serviços, a aceitabilidade de tais regras e requisitos dependem do estabelecimento de regras e requisitos específicos de financiamento e medidas de apoio confiáveis em todas as fases de decisão de um projeto de renovação, e na simplificação da regulamentação aplicável e estrutura administrativa. (VARGAS; CASTILHO, 2009).

### **3.2 Impactos ambientais causados por edificações**

Para o sustento e dinamismo, toda sociedade em crescimento é caracterizada pela edificação de estruturas permanentes ou temporárias para fins de abrigo, a segunda necessidade da vida. A busca por moradia aumentou tremendamente a urbanização e o ambiente construído, resultando em vários impactos ambientais e degradação do meio ambiente que recentemente está sendo rastreada às atividades humanas com projetos de construção/obras, assumindo uma parte de leão. (VARGAS; CASTILHO, 2009).

Os diversos impactos podem estar ligados às inundações como resultado do bloqueio das águas, caminhos e canais. Também a poluição em massa da água e do ar na Ilha de, também é rastreada a formas e canais humanos.

Atividades como mineração, refino e construção. A ameaça também está afetando muitas outras cidades do mundo. A recuperação da concorrência e o desenvolvimento, principal causa das recentes inundações. A costa em que a lagoa estende suas margens nos períodos de maré alta foi construída, assim fazendo com que a lagoa transbordasse suas margens, resultando em enchentes.

A necessidade de um exame cruzado das atividades da lagoa construída ambiente que provoca mudanças ambientais de modo a identificar seus impactos. Impacto ambiental; alguns desses impactos significativos incluem Impacto Energético, Ecológico, Impacto, Impacto Visual, assim como Impacto Material (VARGAS; CASTILHO, 2009).

Os projetos de construção civil têm tanto impacto direto como impactos indiretos sobre o meio ambiente. A identificação dos prováveis impactos sobre o meio ambiente em ordem de gravidade é uma tarefa que precisa ser cumprida para a realização de um efeito mínimo do projeto de construção sobre o meio ambiente.

O processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos biofísicos, sociais e outros efeitos relevantes de proposta de desenvolvimento antes do compromisso principal é a Avaliação de Impacto Ambiental, os tomadores de decisão consideram todos os impactos possíveis e seus respectivos efeitos ao decidir um projeto.

A proteção ambiental requer atividades em muitos níveis; de prevenção do aquecimento global a salvaguardar os seres vivos. Os efeitos da má qualidade do ar ou de produtos químicos tóxicos e o apoio às necessidades básicas devem também ser considerados para a sobrevivência dos homens.

O uso de carcaças ambientalmente eficientes através da melhoria da eficiência energética de edifícios e um crescimento econômico efetivo através do uso mais eficiente de recursos como a reutilização, reciclagem e recuperação de resíduos. A Poluição Ambiental também capacitou muitos governos para monitorar ativamente o ar em busca de poluentes, inspecionar fontes de emissão, fornecer assistência de conformidade às indústrias, bem como iniciar ações de fiscalização, tais como educar o público sobre as questões de qualidade do ar.

Elas estão igualmente envolvidas na prevenção e regulamentação da poluição da água por indústrias, tratamento de esgoto municipal, instalações, bem como o monitoramento de construções em locais e áreas urbanas.

Estas são medidas mitigadoras para reduzir o impacto dos projetos de construção sobre o meio ambiente, mas sua aplicação e execução precisam ser investigadas.

A proteção efetiva do meio ambiente é fundamental para o desenvolvimento sustentável, que o desenvolvimento e o crescimento humano serão de curta duração se não conservarmos o ambiente natural e seus recursos. Em vista disso, é necessário avaliar

os impactos ambientais básicos dos projetos de construção de edifícios para promover a sustentabilidade.

### 3.3 Sustentabilidade no processo construtivo

O desenvolvimento sustentável é definido no relatório nosso futuro comum sobre meio ambiente e desenvolvimento pela Comissão Mundial das Nações Unidas como “atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades, o desenvolvimento sustentável é definido pelo fórum do futuro como “um processo, que permite que todas as pessoas percebam seu potencial e melhorem sua qualidade de vida de maneiras que protegem e melhoram simultaneamente o sistema de suporte à vida da Terra”. (VARGAS; CASTILHO, 2009).

O desenvolvimento sustentável envolve garantir uma melhor qualidade de vida para todos os dias de hoje, bem como para a próxima geração, sugerindo que ela possa ser avaliação do ciclo através de: desenvolvimento social; proteção efetiva do meio ambiente; uso prático dos recursos naturais; e manter o crescimento econômico em alto nível. Há uma aceitação entre todas as obras da literatura nessa área de que os três temas ou pilares do desenvolvimento sustentável são: responsabilidade social, ambiental e econômica.

A construção sustentável pode ser descrita como um subconjunto de desenvolvimento sustentável, envolvendo questões como licitação, planejamento de localizações, seleção de materiais, reciclagem e minimização de resíduos.

A construção sustentável é definida como “a criação e a gestão responsável de um ambiente saudável construído com base em princípios eficientes e ecológicos de recursos”. (VIOLA, 1998 apud GUILHERME, 2007, p. 74).

A sustentabilidade é um objetivo e pode ser avaliação do ciclo de verticalização e seus impactos ambientais através do processo de construção sustentável. A indústria da construção civil é um grande consumidor de matérias-primas, conseqüentemente, seus impactos ambientais negativos são significativos.

Os impactos significativos da construção no meio ambiente, como o uso de recursos não renováveis, poluição do ar e da água, poluição sonora das atividades de construção, sobre o consumo de energia e água, e geração de resíduos. Os impactos negativos dos edifícios nos ambientes: os edifícios consomem energia e materiais e geram diversos tipos de poluição ao longo de seus ciclos de vida (construção, uso e demolição).

A seleção de material de construção é um fator importante no design sustentável devido aos esforços de procedimentos de extração, processamento e transporte que são necessários para processá-los. Além disso, apontaram que as atividades de construção civil contribuem para o esgotamento dos recursos naturais, além de causar poluição do ar e da água, e há uma grande variedade de opções materiais que podem ser selecionadas durante a fase de projeto, que influenciam a construção e operação de edifícios.

Para avaliação da verticalização e seus impactos ambientais e a maior

sustentabilidade, a construção sustentável enfatiza a importância da seleção de projetos e materiais. Um impacto ambiental significativo pode resultar dependendo do tipo e características dos materiais selecionados. (VIOLA, 1998 apud GUILHERME, 2007, p. 74).

Se uma instalação sustentável foi criada, todos os materiais envolvidos na composição da instalação devem ser considerados na fase de pré-projeto quando a especificação dos materiais ocorrer. Pode-se concluir, portanto, que a ação mais importante para o desenvolvimento sustentável é a consideração de todas as dimensões de sustentabilidade (impactos sociais, ambientais e econômicos) na fase pré-design. (AGOPYAN; JOHN, 2011).

A implementação sustentável do design nas fases de pré-design e design pode, assim, ser definida como parte necessária da integração completa do projeto de todas as disciplinas de engenharia, além de considerar a seleção de materiais e equipamentos na perspectiva das dimensões de sustentabilidade. A seguinte hierarquia pode ser extraída da literatura acima. Os requisitos de design verde, materiais ecológicos e materiais.

O design sustentável também é conhecido como design verde. O design ecológico sugere levar em conta todos os impactos ambientais de um produto e a maioria das pesquisas se concentram em economizar energia e água e tornar os edifícios mais ecológicos. Na minha opinião, para a avaliação do ciclo de verticalização e seus impactos ambientais o design corretamente sustentável ou verde, devem ser considerados outros aspectos da sustentabilidade. A maioria dos estudos e pesquisas têm se concentrado nos aspectos ambientais da sustentabilidade, como gestão de resíduos, emissão de gases e economia de energia etc.

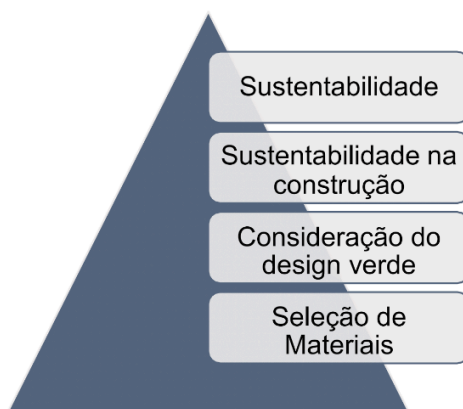


Figure 4: Hierarquia para o design sustentável

Fonte: a autora.

Além disso, a engenharia sustentável deve considerar os aspectos da tecnologia, planejamento, meio ambiente, avaliação econômica e dimensões sociais para ajudar

na tomada de decisão. O design verde incentiva o uso de materiais ecológicos em diversos aspectos e considerações na fase de projeto, nas seções a seguir, as seções se concentraram nos aspectos do design verde e dos materiais ecológicos.

As estratégias para o eco-design são evitar materiais tóxicos e perigosos, utilizar materiais com menos impactos ambientais, maximizar a eficiência da energia nas fases de produção e uso e projetar com vistas à reciclagem e à gestão de resíduos. (AGOPYAN E JOHN 2011).

Por isso, forneceu as seguintes estratégias da literatura para avaliação do ciclo do design verde ou sustentável: design modular para fácil reparo; projetar para desmontagem a fim de reutilizar ou reciclar; elaboração para reciclagem maximizando o conteúdo de materiais reciclados; projetando para reutilização; projetando para extensão de vida; projetando para recuperação de energia; e projetando para redução de fontes de resíduos. A desmontagem e o design flexível devem ser considerados, pois isso ajudará na reciclagem e reutilização dos materiais com menos resíduos sólidos e custo operacional.

Os aspectos econômicos, sociais e ambientais do uso da pré-fabricação em edifícios de arranha-céus para avaliação do ciclo de verticalização da construção sustentável. Os achados do estudo em termos de benefícios ambientais mostraram que o uso da pré-fabricação contribuirá para a conservação dos materiais e a redução de resíduos; a poluição do ar também apresentou redução quando a pré-fabricação foi adotada.

O princípio para o design sustentável e produtos: usar materiais com baixa poluição ambiental; considerar materiais com baixo consumo de energia; evitar materiais perigosos e tóxicos, e considerar a reciclagem e opções fáceis de reutilizar e degradar.

A partir disso, a maioria dos pesquisadores está focando nos impactos ambientais dos materiais quando consideram o design ecológico, e poucos pesquisadores ampliaram ainda mais o conceito de design ecológico. Os aspectos sociais e econômicos do design verde.

Eles observaram que os edifícios verdes são de alta qualidade, os custos de operação e manutenção são menores ao longo de seu ciclo de vida, e fornecem um ambiente saudável para viver e trabalhar. Faltam diretrizes para considerar e medir critérios de sustentabilidade social na indústria da construção. Eles destacaram a importância de considerar a sustentabilidade social durante o projeto, planejamento e produção, eles argumentam que esse esforço é ambientalmente orientado. (MORAES, 2016).

O foco nos impactos ambientais para avaliação do ciclo verticalização e seus impactos ambientais o design verde/ecológico é insuficiente; aspectos sociais, econômicos e de engenharia devem ser integrados ao projeto sob o design ecológico ou sustentável, e essa é uma das motivações para esta pesquisa.

Nota-se que os materiais ecológicos compreendem o principal aspecto do design ecológico, pois esses materiais contribuem para a mitigação dos efeitos ambientais, proporcionam ambientes seguros e saudáveis (sociais) e requerem menos custos de

manutenção e substituição (econômicos).

## 4 | SOLUÇÕES AMBIENTAIS PARA O PROCESSO CONSTRUTIVO

### 4.1 Consumo de energia através do ciclo de vida dos materiais

Toda atividade humana tem impacto no meio ambiente; impactos derivados da fabricação, uso e descarte de materiais são um exemplo que ameaçam o bem-estar do meio ambiente para as gerações futuras. O consumo de materiais; o nível médio de consumo global por pessoa é de 1,5 toneladas métricas. Para selecionar materiais para o design ecológico, evitar materiais e aditivos que emitem substâncias tóxicas ou nocivas durante as etapas de pré-produção, uso e descarte; utilizar materiais renováveis e reciclados; e utilizar materiais com baixo consumo de energia durante as fases de extração e transporte (MILARÉ, 2018).

A seleção de materiais ecologicamente corretos no projeto é significativa, materiais específicos impactam o grau de efeitos sobre o meio ambiente. O método tradicional de seleção de materiais se concentra nas características de custo e desempenho, no entanto, enfatizaram que é importante integrar métricas de toxicidade à seleção de materiais no projeto inicial, a fim de mitigar os efeitos sobre a saúde humana e o meio ambiente.

Os materiais sustentáveis da literatura existente como materiais com alto teor de reutilização e reciclagem; baixo na emissão de contaminantes; livre de contaminantes nocivos; baixo reparo e consumo; seguro de usar; e fácil de usar e construir. Da mesma forma, os materiais verdes incluem esses são bons para ambientes e feitos de materiais reciclados e fontes renováveis; materiais duráveis e reutilizáveis; envolver menos energia utilizada na extração, processamento e transporte; e eficiência energética no uso. (MORAES, 2016).

A ferramenta de avaliação do ciclo de vida é amplamente utilizada para avaliar os impactos ambientais de produtos e processos de “berço a túmulo”, e a avaliação do ciclo de vida ainda é uma ferramenta poderosa para avaliar os impactos ambientais de materiais e produtos.

A avaliação do ciclo de vida é uma ferramenta útil, onde o produto é avaliado passo a passo, e o custo e os impactos são avaliados. A maioria dos países que possuem indicadores ambientais confiáveis desenvolveram um método de avaliação baseado no método de avaliação do ciclo de vida. No entanto, se o banco de dados da avaliação do ciclo de vida não existir para um país, então será difícil para eles realizar a avaliação da sustentabilidade predial. Alguns pesquisadores têm argumentado que a avaliação do ciclo de vida é uma ferramenta complicada. A avaliação do ciclo de vida é evitada devido à dificuldade e ao nível de dados detalhados necessários (SILVA FILHO, 2018).

As limitações da avaliação do ciclo de vida como ferramenta para a obtenção dos

dados de impacto ambiental de materiais de construção da seguinte forma: a implementação da avaliação do ciclo de vida na prática é difícil e não é uma tarefa fácil; a avaliação do ciclo de vida é aplicada a diferentes estudos de caso, e os resultados de cada estudo são aplicáveis a esse estudo específico, de modo que a generalização dos resultados é difícil. (SCHUBART, 2016).

A avaliação do ciclo de vida é uma atividade cara e demorada. Também envolve entrar em grande detalhe, detalhes que não estão de fato disponíveis até que o produto tenha sido produzido e usado. Para orientar as decisões de design e seleção de materiais, o designer precisa de ferramentas não complexas e rápidas para que possam explorar opções alternativas.

## 4.2 CO<sup>2</sup> emissão durante o ciclo de vida dos materiais

A estratégia para avaliação de impacto ambiental, que envolve três componentes principais: adotar métricas simples para estresse ambiental, como consumo de energia e emissões de CO<sup>2</sup>; distinguir as fases de vida do produto ou dos materiais, por exemplo, o consumo de energia e as emissões de CO<sup>2</sup> podem ser identificados durante a fase de extração de materiais (criação), fase de fabricação ou transporte e uso do produto; escolha os materiais com base na energia ou quebra para cada fase. (OLIVEIRA, 2017).

Portanto, a partir do exposto, o consumo de energia e emissões de CO<sup>2</sup> serão fatores-chave para a seleção de materiais. Esses dois fatores são mais discutidos.

O consumo de energia, como energia incorporada e emissões de CO<sup>2</sup> através do ciclo de vida dos materiais, pode ser determinado a partir do fabricante ou fornecedores de materiais. No entanto, existem alguns softwares que também podem determinar essas informações.

Ferramentas de Avaliação para Edificações e Construção o método de identificação e avaliação do impacto das alternativas pode ser referido como avaliação da sustentabilidade. Existem vários métodos que foram desenvolvidos para avaliar a indústria da construção civil do ponto de vista da sustentabilidade, mas até agora nenhum deles foi considerado como uma medida mundial potencial (OLIVEIRA, 2017).

Os métodos existentes podem ser classificados nos seguintes tipos: sistemas cumulativos de demanda de energia (CED); Sistemas de análise do ciclo de vida; e avaliação total da qualidade descreveu os três grupos da seguinte forma: Os sistemas, sistemas cumulativos de demanda de energia são sistemas monodimensionais que medem a sustentabilidade dos edifícios através de seu consumo de energia.

OS sistemas avaliação do ciclo de vida avaliam o impacto no meio ambiente dividindo os edifícios em pequenas atividades e matérias-primas, a fim de avaliar seu impacto ambiental ao longo de um ciclo de vida, desde a fabricação e transporte até a reciclagem; e TQA são sistemas multidimensionais considerando vários parâmetros.

As limitações do método de avaliação do ciclo de vida, por sua vez, foram descritas



na seção método não considerando os aspectos econômicos e sociais. A avaliação do sistema baseia-se em critérios medidos por diversos parâmetros: esses sistemas são fáceis de entender e implementados no projeto para a construção final. A tabela a seguir 1 descreve os mais famosos sistemas e métodos critérios.

	Método	País de Descrição
1	Método de avaliação ambiental do estabelecimento de pesquisa predial	Reino Unido
2	Conselho de Construção Verde	Austrália
3	A Alta Qualidade Ambiental	França
4	Sistema de avaliação abrangente para a eficiência ambiental predial	Japão
5	Liderança em Energia e Design Ambiental	USA e Canadá
6	Sistema Global de Avaliação da Sustentabilidade	Países do Catar e do Golfo Árabe
7	Certificação alemã de construção sustentável	Alemanha
8	Classificação australiana de estufas de edifício	Austrália
9	Manual de Avaliação da Casa Verde	China

Quadro 1: Sistema multi-critérios sustentável em todo o mundo.

Fonte: (MORAES, 2016).

Embora os métodos de avaliação acima tenham sido amplamente utilizados, muitos deles têm uma série de limitações. A maioria dos sistemas multicritérios não considera alguns aspectos da sustentabilidade, como aspectos sociais e econômicos.

Os aspectos financeiros em sua avaliação a importância do uso de métodos de avaliação ambiental nas etapas de identificação, alegaram que a maioria dos métodos são projetados para avaliar o projeto em uma fase posterior de projeto, para identificar o desempenho ambiental do projeto. Outra restrição é que a maioria desses métodos foram criados para uso local, outros foram desenvolvidos com base e adaptados às exigências de seus países (MORAES, 2016).

Alguns sistemas tendem a ser mais abrangentes, no entanto, isso tem guiado a criação de um sistema complicado que requer uma grande quantidade de informações detalhadas. Uma das restrições mais importantes é que a maioria dos sistemas são projetados para avaliação ambiental. Esses sistemas atribuem maior percentual da avaliação ao indicador de eficiência energética.

## 5 | CONCLUSÃO

A ameaça crescente dos impactos ambientais dos projetos de construção de edifícios sobre as necessidades do ecossistema medidas mitigadoras revolucionárias em todas as ramificações. No entanto, os impactos ambientais da construção de edifícios as atividades podem variar de país para país.

A pesquisa revelou que os principais impactos ambientais são poluição, uso de recursos e destruição de habitat causada pela destruição da vegetação, desertificação, desperdício eliminação, erosão do solo e desperdício de material.

Todos os impactos listados estão acima do índice médio, o que sugere que existem todos os impactos ambientais significativos e causas de degradação ambiental pela construção de edifícios projetados.

A gestão de resíduos, o controle da poluição e a conservação da ecologia foram classificados como as mais importantes medidas de proteção ambiental utilizadas para controlar os impactos ambientais da construção de edifícios. O estudo, portanto, trata sobre o uso do conselho de proteção ambiental, ministério do meio ambiente, impacto ambiental, documentos de avaliação e fundação de conservação para reduzir a degradação ambiental e melhorar o ambiente sustentável.

Estas descobertas devem servir de guia no desenvolvimento de uma estrutura para medidas mitigadoras associadas a projetos de construção. Implementação de planejamento e gestão ambiental, metodologias baseadas no envolvimento das partes interessadas devem ser adotadas na indústria da construção e no governo devem iniciar a medição e a prática de gestão da construção sustentável. Os impactos foram poluição, uso de recursos e destruição de habitat.

O impacto visual foi classificado como o mais baixo, enquanto a média das respostas de todos os itens está acima do índice de gravidade, sugerindo que há todos os itens ambientais significativos dos impactos dos projetos de construção de edifícios. O maior impacto ambiental da construção é sentido em termos de poluição. A indústria da construção civil é uma importante fonte de poluição responsável por cerca de 4% das emissões de partículas, mais água incidentes de poluição do que qualquer outra indústria, e milhares de reclamações de ruído a cada ano. Embora a construção e as atividades também poluem o solo, as principais áreas de preocupação são: poluição do ar, da água e do ruído.

Havia uma simples equação geral entre a quantidade de poluição e a quantidade de energia em processo. De modo geral, quanto mais energia necessária, e quanto mais processos, mais desperdício e mais poluição. E mais uma vez, sem surpresa, a indústria da construção civil tem o maior efeito em todos os setores devido à qualidade dos materiais utilizados na construção.

As atividades de construção que contribuem para a poluição do ar incluem: limpeza de terrenos, operação de motores diesel, demolição, queima e trabalho com materiais

tóxicos. Todas as obras geram alto nível de poeira (normalmente de concreto, cimento, madeira, pedra, sílica) e isto pode carregar uma grande distância durante um longo período.

Fontes de poluição da água em estaleiros de construção incluem: diesel e óleos; tintas, solventes, limpadores e outros produtos químicos nocivos; e construção, detritos e sujeira. Quando a terra é limpa, ela causa erosão do solo que leva ao escoamento de lodo e poluição de sedimentos.

## REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. *Série Sustentabilidade*. Ed. Blucher. São Paulo, 2011 (ARTIGO DE PERIÓDICO EM MEIO ELETRÔNICO SEM AUTORIA). PROCESSO

AQUA – Construção Sustentável. Edifícios Habitacionais – versão 2. São Paulo. 2013. Disponível em: [p://proactiveconsultoria.com.br/2013/wpcontent/uploads/2013/11/RT\\_Edificios\\_habitacionais\\_v2\\_2013.pdf](http://proactiveconsultoria.com.br/2013/wpcontent/uploads/2013/11/RT_Edificios_habitacionais_v2_2013.pdf)>. Acesso em: 20 de junho de 2022 TECHNÉ. Desempenho Revisado. São Paulo. Edição 192, Março 2013. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/192/artigo288027-1.aspx>>. Acesso em: Abril 2022. (ARTIGO DE PERIÓDICO EM MEIO ELETRÔNICO SEM AUTORIA).

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estudos da Amazônia Legal**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal: Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2019.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução N° 348, de 2004. Brasília, DF. BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Primeiro inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa – Relatórios de referência. Brasília, DF. 2009. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17341/Primeiro\\_Inventario\\_Brasileiro\\_de\\_Emissoes\\_Antropicas\\_de\\_Gases\\_de\\_Efeito\\_Estufa\\_Relatorios\\_deReferencia.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17341/Primeiro_Inventario_Brasileiro_de_Emissoes_Antropicas_de_Gases_de_Efeito_Estufa_Relatorios_deReferencia.html) >. Acesso em: 09 de abril 2022.

BRASIL. **Instrução Normativa MMA** n° 4, de 11 de dezembro de 2016. Dispõe sobre a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável APAT, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/documentos/link-amazonia-legal>>. Acesso em: 23. 09. 2022.

CUNHA, Sandra Baptista; GUERRA, Antônio José Teixeira (Org.). **Avaliação e perícia ambiental**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018.

FINK, Daniel Roberto; JUNIOR, Hamilton Alonso; DAWALIBI, Marcelo. **Aspectos jurídicos do licenciamento ambiental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2017.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003. MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 13. ed. São Paulo: Malheiros, 2018.

GUILHERME, Marcia Lucia. **Sustentabilidade Sob a Ótica Global e Local**. São Paulo: Annablume. 2007. HICKEL, Denis Kern. A (in) sustentabilidade na arquitetura. Vitruvius. São Paulo. Arqtextos 064.06. Ano 06, Setembro 2005. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/06.064/426>>. Acesso em 17 de abril 2022. PINIWEB. NBR 15.575 - Norma de Desempenho. São Paulo. 19 de Julho de 2013. Disponível em: <http://piniweb.pini.com.br/construcao/habitacao/esta-em-vigor-a-nbr-15575-normade-desempenho-292738-1.aspx>>. Acesso em: 20 maio de 2022.

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito Administrativo Brasileiro**. 34. ed. São Paulo: Malheiros, 2018.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência e glossário**. 4. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2018.

MORAES, Luís Carlos Silva de. **Curso de direito ambiental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2016. OLIVEIRA, Antônio Inagê de Assis. **Introdução à legislação ambiental brasileira e licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2017.

RIO DE JANEIRO. **Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente**. Vocabulário básico de meio ambiente: conceitos básicos de meio ambiente. Rio de Janeiro: Petrobrás, 2017.

SCHUBART, H. O. R. **O zoneamento ecológico-econômico como instrumento para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**. In: D'INCAO, M. A. ; SILVEIRA, I. M. (Orgs.). **A Amazônia e a crise da modernização**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016.

SILVA FILHO, Derly Barreto e. **A processualidade das licenças ambientais como garantia dos administrados**. Revista de direito ambiental, Rio de Janeiro, ano 2, p. 81-91, jan./mar. 2018.

VARGAS, Heliana Comin. CASTILHO, Ana Luísa H. de. **Intervenções em Centros Urbanos – objetivos, estratégias e resultados**. 2ª edição – revisada e atualizada. Barueri, SP: Manole. 2009

AGOPYAN, V.; JOHN, V. **Série Sustentabilidade**. Ed. Blucher. São Paulo, 2011

# ESTUDO DE CASO SOBRE ALAGAMENTOS URBANOS NA AVENIDA JK EM FOZ DO IGUAÇU - PR

*Data de aceite: 02/01/2023*

**Kleber G. Ramirez**

Universidade Federal da Integração  
Latino-Americana  
Foz do Iguaçu, PR

**Bianca G. dos S. Dezen**

Universidade Federal da Integração  
Latino-Americana

**Fernanda Rubio**

Instituto Federal do Paraná

**Jiam P. Frigo**

Universidade Federal da Integração  
Latino-Americana

**Mara R. Silva**

Universidade Federal da Integração  
Latino-Americana

**RESUMO:** O processo de urbanização causa diversos impactos ao meio ambiente. Um deles é a alteração do ciclo hidrológico das bacias por conta das modificações antrópicas das características não só do relevo, mas também da cobertura do solo. Com o aumento da taxa de impermeabilização dos solos, o escoamento superficial e a taxa de infiltração das águas pluviais são alterados. Diante disto, os

fenômenos de alagamentos são cada vez mais recorrentes. Com isso o objetivo deste trabalho foi elencar as condicionantes dos fenômenos de alagamentos presentes na Avenida Juscelino Kubitschek na cidade de Foz do Iguaçu - PR. Foram analisadas as características altimétricas das bacias que envolvem a área de estudo, assim como os locais que a Prefeitura Municipal identificou problemas críticos de drenagem. Os dados demonstraram que os fatores intrínsecos à própria rede de drenagem, possuem condicionantes de cunho altimétrico do relevo que corroboram para a suscetibilidade dos pontos à alagamentos. Além disso, as condições de uso e ocupação do solo da região, indicam uma elevada taxa de impermeabilização da área, o que aumenta o volume e a velocidade das águas pluviais que escoam superficialmente das microbacias. Por isso, situações de estresse e falhas nas redes pluviais de drenagem da avenida foram observados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrologia, geoprocessamento, alagamentos.

**ABSTRACT:** The urbanization process causes several impacts to the environment. One of them is the alteration of the hydrological cycle of the basins due to the

anthropic changes of the characteristics not only of the relief, but also of the soil cover. With the increase in the rate of soil sealing, the surface runoff and the rate of infiltration of rainwater are altered. In view of this, the phenomena of flooding are increasingly recurrent. The objective of this work was to list the conditions of the flooding phenomena present on Avenue Juscelino Kubitschek in the city of Foz do Iguaçu - PR. The altimetric characteristics of the basins that surround the study area were analyzed, as well as the places where the City Hall identified critical drainage problems. The data showed that the factors intrinsic to the drainage network itself have altimetric nature conditions of the relief that corroborate the susceptibility of the points to flooding. In addition, the conditions of use and occupation of the soil in the region indicate a high rate of waterproofing of the area, which increases the volume and speed of rainwater that run off the surface of the microbasins. Therefore, stress situations and failures in the avenue's drainage networks were observed.

## INTRODUÇÃO

Foz do Iguaçu está localizado no extremo oeste do Paraná e faz fronteira com a Argentina e o Paraguai. Embora o município tenha completado 108 anos em 2022, este passou por uma urbanização mais acentuada somente nos últimos 45 anos, inicialmente devido à construção de Itaipu e, posteriormente, às políticas de incentivo turístico, comercial, de agronegócio e acadêmico (TISSIANO, 2018), sendo este último relacionado principalmente à implantação dos cursos de medicina no Paraguai e às universidades públicas e particulares no lado brasileiro (WEBBER, 2017). Dentre os diversos problemas que surgem com a expansão das cidades, podem ser citadas as condições de urbanização que geram os fenômenos de alagamentos nos centros urbanos, como por exemplo a rápida expansão da urbe e a deficiência de planejamento (MOUTINHO, 2011).

No município são constantemente verificadas situações de alagamentos, as quais causam perdas materiais e financeiras para os moradores e comerciantes, como é o caso da Av. Juscelino Kubitschek (JK), a qual sofre constantemente com alagamentos em diferentes trechos da via.

A avenida está localizada na região oeste da cidade, sendo uma das rotas de maior importância para o corredor turístico do município, pois faz parte da ligação entre a região Norte, onde está localizada a Usina Hidrelétrica de Itaipu, com a região Sul, em que está situado o Parque Nacional do Iguaçu, além de também promover o acesso às vias de fronteira entre Brasil e o Paraguai.

Considerando as problemáticas identificadas e apontadas acima, no presente estudo buscou-se identificar e analisar as condicionantes responsáveis pelos alagamentos na Av. JK por meio de ferramentas de geoprocessamento. A escolha por estas ferramentas, se deu pelas vantagens de analisar sob uma ótica macro, a situação das bacias hidrográficas que envolvem a avenida, sendo assim possível cruzar diversas informações que facilitaram a compreensão dos fenômenos e as quais também podem auxiliar futuras medidas de

prevenção à alagamentos na cidade.

## **METODOLOGIA**

O estudo possui características essencialmente de pesquisas exploratórias, com alguns elementos de pesquisas explicativas. A metodologia foi dividida em três etapas principais, sendo elas: 1) Caracterização altimétrica das microbacias onde a área de estudo está localizada; 2) Identificação dos Pontos Críticos de drenagem das Av. JK; e 3) Estudo dos níveis de risco de alagamentos dos Pontos Críticos.

Foz do Iguaçu está geograficamente situado a 25°32'55" de latitude S e 54°35'17" de longitude O e no ano de 2016, a cidade possuía 617,70 km<sup>2</sup> de extensão, sendo destes 191,46 km<sup>2</sup> de área urbana (31% do território). A população residente na cidade é estimada em 258.248 pessoas, conforme projeção do IBGE (2020). Em relação à organização urbana atual, ela possui diversos atrativos sejam eles turísticos, comerciais ou com intuito de sediar eventos. Possui como principais polos Itaipu ao Norte, o acesso ao Paraguai à Oeste, o comércio local na região central e o Parque Nacional ao Sul, juntamente com o acesso à Argentina, o Aeroporto Internacional e os principais hotéis e resorts cinco estrelas da cidade (SMPCR, 2016).

A precipitação no período de 2010 a 2020, tem o seu período mais chuvoso, o ano de 2017, com 112 dias. O mês com maior incidência de chuvas é outubro, e o mês com maior volume de precipitação foi julho de 2014 com 438 mm e, conseqüentemente, o ano de maior volume de chuvas na cidade (PATZLAFF e RAMIREZ, 2020).

Na presente pesquisa, analisou-se a Avenida Juscelino Kubitschek (Av. JK), (figura 1a), a qual possui aproximadamente 4,5 km de extensão e 6 pistas de rolamento. A avenida possui 3 pistas em cada sentido desde seu início (interseção entre as BRs 600 e 277).

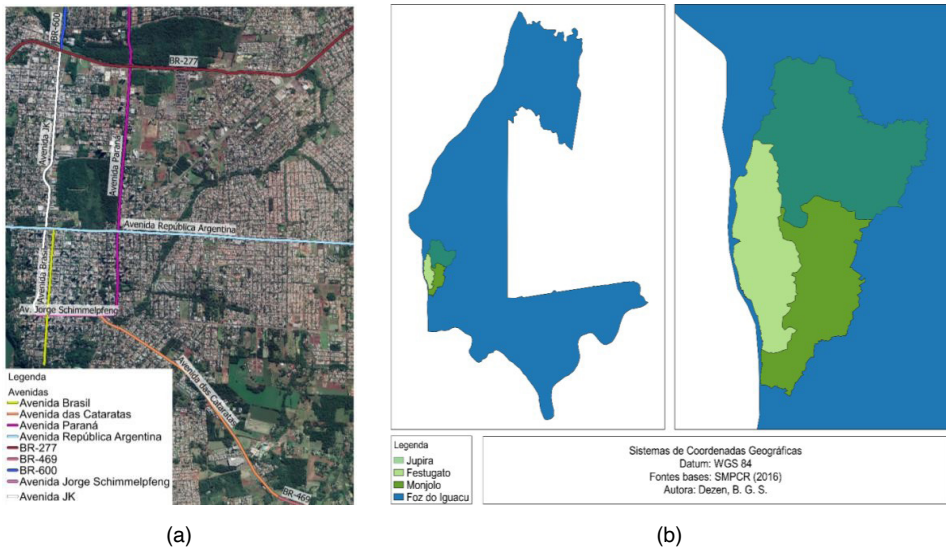


Figura 1 – a) Principais avenidas e rodovias de Foz do Iguaçu/PR, b) Microbacias estudadas.

Com relação às características físicas e geomorfológicas da cidade, Foz possui um clima subtropical temperado e úmido, com temperaturas que variam de 0 a 40 °C; está localizada num planalto com vertentes levemente onduladas e possui altitudes que variam de 100 a 285 m. Ademais, na área da cidade predominam os solos do tipo Latossolo Roxo Distrófico e Eutrófico e na região onde a avenida de estudo está localizada, o solo é do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (SMPCR, 2016).

Foi utilizado o software QGis® versão 3.14.15. Na figura 1b é possível identificar com clareza as 3 microbacias e sua distribuição espacial na cidade.

Para delimitar o território de estudo, foram utilizadas as bases cartográficas contínuas disponíveis na plataforma do IBGE (2015). O Sistema Cartográfico de Referência (SCR) adotado em todo o trabalho foi o WGS 84 (EPSG: 4326). O Modelo Digital de Elevação (MDE) da cidade foi obtido a partir do acesso à plataforma do TOPODATA.

A partir da imagem de Altimetria na extensão Tagged Image File Format (.tiff), foi possível utilizar as ferramentas de raster do software, para processá-la e então produzir, além das curvas de nível do terreno (espaçadas a cada 1 m), o mapa hipsométrico das microbacias estudadas. Com base na imagem de Declividade (também na extensão .tiff), foi possível obter um mapa com a classificação do terreno, conforme as classes da Embrapa (2018). Ademais, foram calculados os seguintes parâmetros fisiográficos das microbacias: Fator de forma (Kf), Coeficiente de compacidade (Kc) e Índice de circularidade (Ic), segundo Villela e Matos (1975) e Cardoso et al. (2006).

Para obter as características supracitadas, foram utilizadas as próprias ferramentas do QGis®, que retornam as características dos arquivos vetoriais das microbacias



estudadas e a imagem .tiff de cursos hídricos da bacia do Rio Paraná, disponíveis no site da ANA (ANA, 2017).

Para determinar as classes de uso e ocupação do solo das microbacias, utilizou-se como base o manual de Uso dos Solos do IBGE (2020). Foi utilizada imagem fusionada com resolução espacial de 2 m do satélite CBERS 04A (sensor WPM) da missão Sino-Brasileira CBERS. Usou-se as bandas B1, B3 e B4 (banda 1 Azul, 3 Vermelho e 4 Infravermelho Próximo) referentes ao dia 14/06/2020 e fez-se a composição falsa-cor R1G4B3. A escolha pela banda de infravermelho próximo se deu por esta, além de conseguir destacar a vegetação da imagem, ainda contrastar porções de cultivo/solo ou terra/água (JENSEN, 2015).

Adotou-se o processo de classificação supervisionada pixel a pixel de mínima distância euclidiana, disponível no plugin SCP (Semi-Automatic Classification Plugin) para obter as porcentagens de cada classe de uso de solo das microbacias.

Após a classificação, foram coletadas as chamadas amostras de exatidão, de modo a verificar a acurácia do mapa gerado. Ao fim dessa coleta de verificação, o plugin comparou-se as informações e gerou-se um relatório de acurácia, onde duas informações contidas nesse arquivo são de interesse para a presente pesquisa: o valor do índice Kappa e a acurácia global do mapa.

Os pontos críticos da Avenida Juscelino Kubitschek foram elencados de acordo com os pontos determinados pelo Plano Municipal de Saneamento Básico (PMFI, 2019), sendo citados 4 locais no decorrer da avenida. Para melhor visualização da distribuição espacial destes pontos, a figura 2 foi criada. Nela é possível ter uma noção da localização dos pontos ao longo da avenida e suas condições de urbanização.

Para considerar o nível de risco dos 4 pontos destacados ao longo da avenida, foram utilizadas informações e metodologias contidas na publicação do Ministério das Cidades (BRASIL, 2007).

No entanto, a obtenção de tais informações exige investimentos não só financeiros como também de tempo para levantar e processar os dados neste grau de minúcia. Por este motivo, na presente pesquisa, só foram levados em consideração os dados levantados e aqui explanados para a classificação dos pontos críticos.



Figura 2 – Pontos críticos da Avenida JK

Para auxiliar neste processo, também se utilizou notícias circuladas nos veículos de comunicação online dos últimos nove anos (2010-2019) que apresentavam conteúdo relevante sobre eventos de alagamentos na avenida estudada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As três microbacias estudadas, Jupira, Festugato e Monjolo, possuem, respectivamente, áreas de 8,71 km<sup>2</sup>, 4,38 km<sup>2</sup> e 5,23 km<sup>2</sup>, representando juntas aproximadamente 9,57% da área urbana. Para a obtenção dos comprimentos axiais das microbacias (L), foi necessário analisar o arquivo de cursos hídricos .tiff disponibilizado pela ANA (figura 3) e utilizar rotinas de cálculo do software.

O parâmetro K<sub>f</sub> (Fator de forma), demonstra quão suscetível uma bacia está a enchentes, uma vez que este é um parâmetro que relaciona a probabilidade de uma chuva intensa ocorrer simultaneamente em toda a extensão da bacia. As microbacias do Monjolo e Jupira possuem valores baixos de fator de forma, o que as torna menos suscetíveis a enchentes, ao contrário da microbacia do Festugato, com valor de K<sub>f</sub> mais elevado, tornando-a sutilmente mais propensa do que as outras.

Na Tabela 1 é possível verificar as características e os parâmetros calculados para cada uma das microbacias analisadas.

O coeficiente de compacidade (parâmetro K<sub>c</sub>) também indica quão sujeita uma bacia é a enchentes. No entanto, quanto mais próximo da unidade, mais suscetível uma bacia é. Observando as microbacias, nenhuma das três possui propensão a enchentes sob

este aspecto (o que não impede os eventos de acontecerem).

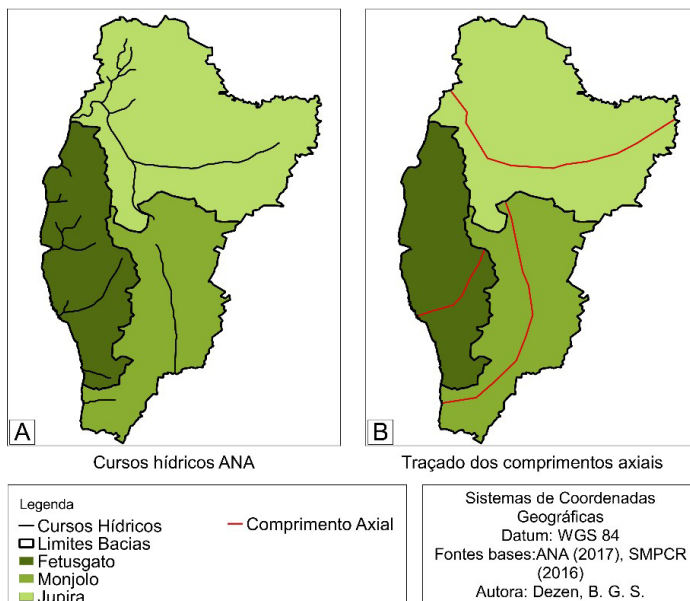


Figura 3 – a) Cursos hidrológicos da ANA; e, b) Traçado dos comprimentos axiais das microbacias.

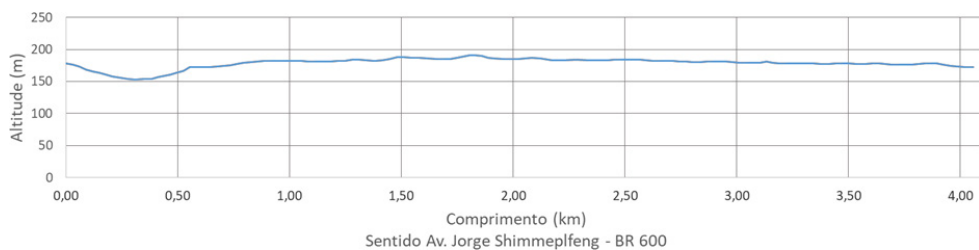
Por fim, Cardoso et al. (2006) comentam que os dois parâmetros anteriores indicam na realidade uma tendência de alongamento do formato das bacias, por isso sua baixa tendência a enchentes em condições normais de precipitação, o que corrobora com o baixo índice de circularidade apresentado para as três situações, pois quanto mais próxima da unidade, mais circular a bacia é e, portanto, mais propensa a enchentes também.

	Monjolo	Festugato	Jupira
<b>L (km)</b>	4,49	1,80	4,90
<b>A (km<sup>2</sup>)</b>	5,23	4,39	8,71
<b>P (Km)</b>	17,81	13,85	19,57
<b>Kf</b>	0,26	1,36	0,36
<b>Kc</b>	2,18	1,85	1,86
<b>Ic</b>	0,21	0,29	0,29

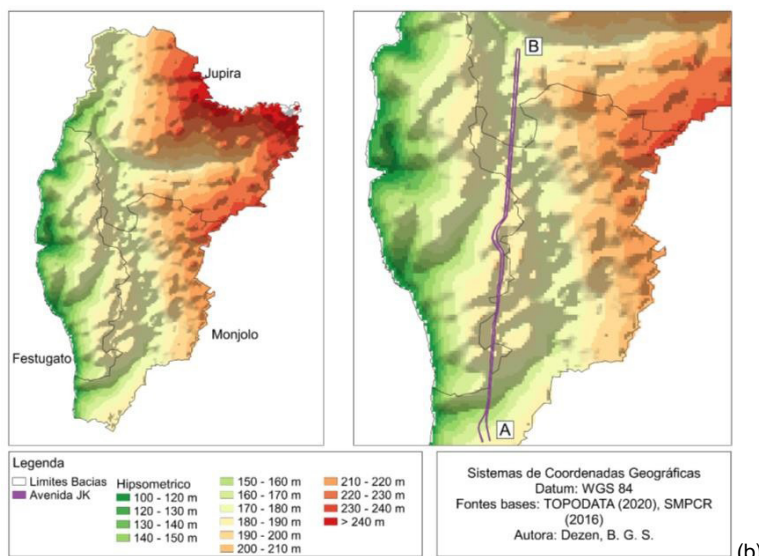
Tabela 1 – Características das microbacias.

A partir dos arquivos obtidos no site do TOPODATA, gerou-se o mapa contendo a hipsometria do terreno. Na figura 4 está representada o perfil longitudinal da via e a

variação de altitudes, que variam de 100 a 252 m nesta parte da cidade, sendo a maior parte da avenida alocada sobre altitudes que variam entre 170 e 190 m.



(a)



(b)

Figura 4 – a) Perfil Longitudinal; e, b) Hipsometria das microbacias.

O fato de a avenida estar sob as condições de relevo de baixa declividade é um fator indicativo sobre a velocidade de escoamento superficial das águas na bacia. Quanto maior a declividade, maior a velocidade e, portanto, mais fácil a drenagem de águas à montante do relevo. No entanto, tal agilidade na drenagem também pode ter um viés: a quantidade de água que chega à jusante é muito maior em menos tempo, podendo gerar alagamentos nos exutórios das bacias (GALVÍNCIO; SOUSA; SHIRINIVASAN, 2006).

Os quatro pontos críticos elencados para análise estão destacados na Tabela 2, com trecho que corresponde ao ponto, seu problema inerente que o torna crítico segundo a PMFI (2019).

ID	Trecho	Problema
1	Rua José de Alencar, trecho entre a Av. JK e a Rua Cândido Portinari	Cruzamento de tubulações de drenagem urbana e esgotamento da Sanepar
2	Cruzamento entre Av. JK e a Av. Carlos Gomes	Trecho de galerias subdimensionadas
3	Cruzamento entre Av. JK e a Rua David Muffato	Trecho de galerias subdimensionadas
4	Cruzamento entre Av. JK e a Rua Eng. Rebouças	Trecho de galerias subdimensionadas

Tabela 2 – Características das microbacias.

Para análise destes pontos, inicialmente, foram confeccionados perfis transversais de 1,5 a 2,0 km de extensão em relação ao perfil transversal da Avenida Juscelino Kubitschek. Foram traçados tais perfis a partir das avenidas mais extremas às microbacias, isto é, as avenidas que estavam mais próximas às linhas limítrofes ao mesmo tempo nas três, sendo a Avenida Beira Rio a saída de todos os pontos A e a Avenida Paraná a chegada dos pontos B, como mostra a figura 5.

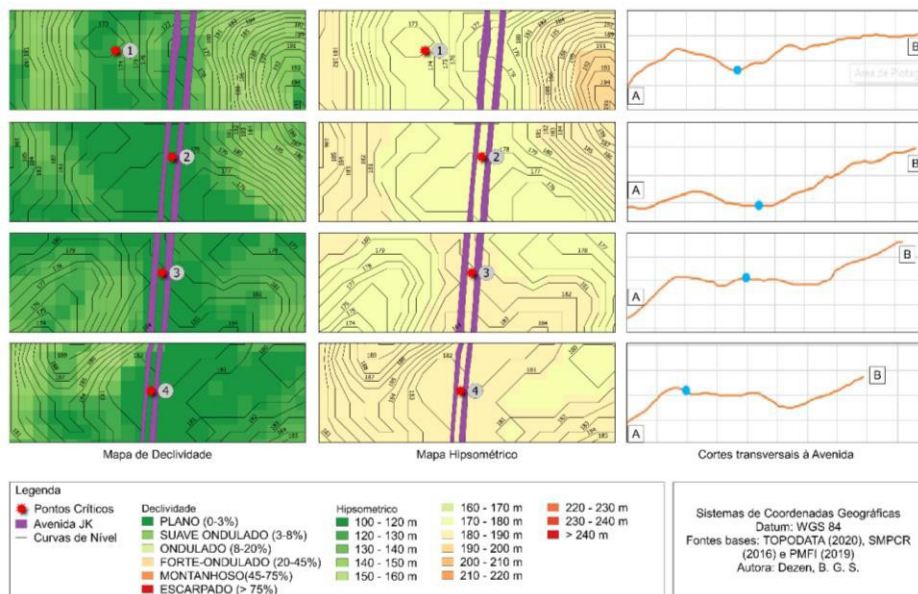


Figura 5 – Comparativo entre mapas dos pontos críticos.

A partir da análise da figura 5 é possível verificar algumas condicionantes que favorecem os alagamentos nos pontos elencados. São eles:

Ponto 1: Ao analisar a sequência de imagens, o ponto 1 se encontra numa região plana com relevo suavemente ondulado de ambos os lados da avenida. Observando a altimetria do trecho, é possível identificar que o ponto está numa espécie de vale, o que

somado às declividades maiores e, ao problema de cruzamento de tubulações (que diminui a seção útil da tubulação de drenagem), favorece claramente alagamentos.

Ponto 2: é possível verificar que este ponto está numa grande região plana. Analisando a altimetria do trecho, verifica-se que o ponto está numa cota muito mais baixa quando comparada ao ponto B, sendo o relevo mais acidentado, o que favorece maiores velocidades de escoamento superficial. A localização da avenida em uma planície neste ponto e o recebimento de contribuição de águas de pontos mais elevados, em situação de eventos de chuva, faz com que tanto o volume que chega ao local, quanto a velocidade sejam mais elevados, dadas as condições de declividade do trecho. Além disso tubulações subdimensionadas.

Ponto 3: este ponto também se encontra sob um relevo mais plano, com ondulações suaves de ambos os lados da avenida. Observando a altimetria, a região de ondulações à direita, corresponde ao trecho mais elevado do recorte e, à esquerda, a um ponto de início de declive. Esta configuração facilita um espalhamento da lâmina d'água das chuvas mais intensas, o que somado às condições de subdimensionamento da rede, torna este local propenso a alagamentos.

Ponto 4: a avenida está inserida numa grande região plana, com maiores declividades à esquerda do ponto. No que diz respeito à altimetria, identifica-se uma espécie de platô onde a avenida se encontra, sendo observado mais à direita uma depressão que favorece a retenção de água que advém da parte mais alta no extremo B do corte. Mesmo que possivelmente não haja essa contribuição da área mais elevada (diferentemente dos demais pontos), o fato de ser uma grande área plana favorece baixas velocidades de escoamento e, portanto, situações de alagamentos urbanos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da caracterização das condicionantes altimétricas notou-se que a região de estudo possui suscetibilidade em alguns locais dadas as declividades e caminhos preferenciais de escoamento das águas no relevo. Analisando a relação de urbanização das microbacias estudadas, verificou-se uma propensão a alagamentos considerável, dada a elevada taxa de impermeabilização local (cerca de 50%). Ao avaliar os pontos críticos de drenagem observou-se uma relação direta entre as condicionantes altimétricas, a taxa de impermeabilização e a situação da rede atual com os fenômenos cada vez mais recorrentes de alagamentos na região de estudo.

O desenvolvimento de políticas públicas eficazes, que envolvam não somente a legislação, mas também a fiscalização, atuação e constante trabalho sobre as problemáticas (além de uma eficiente distribuição de verbas) só é possível a partir da análise e planejamento de ações que garantam a manutenibilidade e operação eficiente da cidade, o que, por sua vez, só é viável se estudos coordenados e bem fundamentados

tecnicamente forem desenvolvidos com responsabilidade.

## REFERÊNCIAS

ANA. Base Hidrográfica Ottocodificada da bacia do Rio Paraná 1:50.000/1:100.000. Metadados ANA, Brasília, 2017.

BRASIL. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. [S.l.]. 2007.

CARDOSO, C. A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. Revista *Árvore*, Viçosa - MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília: EMBRAPA SOLOS, 2018.

GALVÍNCIO, J. D.; SOUSA, F. A. S.; SHIRINIVASAN, V. S. Análise do relevo da bacia hidrográfica do açude Epitáfio Pessoa. Revista de Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE, v. 23, n. 1, p. 54-69, 2006.

IBGE. Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2016 - 2018. Rio de Janeiro: [s.n.], 2020. 26 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101703>>. Acesso em: 07 julho 2022.

JENSEN, J. R. Introductory Digital Image Processing: a remote sensing perspective. 4. ed. Carolina do Sul – EUA. Person Education, 2015. 659 p.

MOUTINHO, V. M. Avaliação e reabilitação de redes de micro-drenagem. Trabalho Final de Graduação - POLI/UFRJ. Rio de Janeiro, p. 161. 2011.

PATZLAFF, E. R.; RAMIREZ, K. G. GESTÃO DE LODO E MECANISMOS DE CONTROLE DE CHEIAS In: Saneamento ambiental: educação, gestão. eficiência e sustentabilidade. 01 ed. Cornélio Procópio: UENP, 2020, v.01, p. 287-305.

PMFI. Plano Municipal de Saneamento Básico - Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Foz do Iguaçu, p. 622. 2019.

SMPCR. Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado Sustentável. Secretaria Municipal de Planejamento e Captação de Recursos. Foz do Iguaçu. 2016.

TISSIANO, G. M. Início e Dinâmica da Aglomeração Urbana de Fronteira: Foz do Iguaçu, Ciudad del Leste e Puerto Iguazú. Anais do I Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e XXXIV Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina. Londrina: [s.n.]. 2018.

VILLELA, M.; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, LTDA, 1975.

WEBBER, M. A. Fluxos do saber: migração brasileira para estudo na tríplice fronteira. Anais do IX Semana de Antropologia e Arqueologia, III Seminário de Etnologia e Museus e V Semana de oficinas em arqueologia. Curitiba - PR: UTFPR. 2017.

# ATUALIZAÇÃO REGULATÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: AVANÇOS E DESAFIOS

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Cristiane Gracieli Kloth**

Universidade do Estado de Santa Catarina  
Lages/SC  
<http://lattes.cnpq.br/0053347306618037>

### **Flávio José Simioni**

Universidade do Estado de Santa Catarina  
Lages/SC  
<http://lattes.cnpq.br/2737272474496684>

### **Rubens Staloch**

Universidade Regional de Blumenau  
Blumenau/SC  
<http://lattes.cnpq.br/8570340962557502>

**RESUMO:** O saneamento básico é peça fundamental para garantir a dignidade da pessoa humana. Assim sendo, há uma grande corrida para que seja alcançada a universalização destes serviços. No Brasil esta corrida tem sido marcada por diversas legislações para o setor, sendo a primeira apresentada no ano de 1971, com o Planasa. No entanto, o país ainda sofre com grandes déficits de atendimento, principalmente, quando analisados dados referentes ao esgotamento sanitário. Recentemente, em uma nova busca para alcançar a universalização destes serviços houve atualização no âmbito da legislação.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi apresentar as principais alterações da política pública de saneamento básico no Brasil, no que tange aos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto. A metodologia do artigo se deu através de pesquisa documental e bibliográfica não estruturada. As maiores alterações para o setor do saneamento dizem respeito a necessidade de se realizar processo licitatório para prestação destes serviços, no estabelecimento de uma agência reguladora nacional (ANA), e na obrigatoriedade de definir uma agência reguladora local.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento básico; Política ambiental; Abastecimento de água; Esgotamento sanitário; Saúde ambiental.

### REGULATORY UPDATE ON BASIC SANITATION IN BRAZIL: ADVANCES AND CHALLENGES

**ABSTRACT:** Sanitation is a fundamental part of guaranteeing the dignity of the human person. Therefore, there is a great race to reach the universalization of these services. In Brazil, this strive has been marked by several legislations for the sector, the first in 1971, with Planasa. However, the country



still suffers from service deficits, especially regards on sewage infrastructure. Recently, in search to achieve sanitation universalization, there was a legislation update. Thus, the objective of this study was to present the main changes in Brazilian sanitation public policy, regarding water supply and sewage collection and treatment services. The methodology of the article was based on documentary and unstructured bibliographic research. The biggest changes for the sanitation sector concern the need to carry out a bidding process for the provision of these services, the establishment of a national regulatory agency (ANA), and the obligation to define a local regulatory agency.

**KEYWORDS:** Basic sanitation; Environmental policy; Water supply; Sewage; Environmental health.

## 1 | INTRODUÇÃO

Diferente de demais lugares do mundo, o Brasil, em um dos movimentos sócio geográficos mais rápidos e intensos, viu sua população predominantemente rural passar para predominantemente urbana em menos de 40 anos (1940-1980) (ROLNIK, 2011). Este fato “foi impulsionado pela migração de grande número de pobres e ocorreu sob a égide de um modelo de desenvolvimento urbano que essencialmente privou as classes mais pobres de condições básicas de vida e integração efetiva na cidade” (ROLNIK, 2011, p. 240). Quase todas as regiões urbanas brasileiras, possuem famílias e domicílios localizados em assentamentos irregulares, criando “uma cidade fora da cidade, eternamente carente da infraestrutura, equipamentos e serviços que caracterizam as áreas urbanas” (ROLNIK, 2011, p. 240). As políticas governamentais implementadas durante o período mais intenso de urbanização (1960-80) reforçaram esse modelo de forma perversa (ROLNIK, 2011; SOUSA, 2022). Além disso, “a segregação urbana ou ambiental é uma das faces mais importantes da desigualdade social e parte promotora da mesma” (MARICATO, 2003, p. 152).

O meio ambiente ecologicamente equilibrado é indispensável para garantia de qualidade de vida e dignidade da pessoa humana, assim sendo, é reconhecido pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), como um direito fundamental, incluindo, entre eles, o saneamento básico. A afirmação e importância é corroborada pela Organização das Nações Unidas (ONU) que, em 2010, declarou o acesso à água limpa e segura e ao saneamento básico como direitos humanos fundamentais, indispensáveis à vida com dignidade, sendo condição para o gozo pleno da vida e dos demais direitos humanos (UNITED NATIONS, 2010). Assim, os direitos humanos fornecem estrutura normativa, garantindo avanços na justiça global, através das políticas públicas, demarcando as responsabilidades legais para a oferta de água e saneamento para todos (MEIER et al., 2014a; MEIER et al., 2014b; HUTTON; CHASE, 2016; JIMÉNEZ et al., 2018).

O saneamento básico brasileiro é atualmente regulado pela Lei n. 11.445 (2007), recentemente alterada pela Lei n. 14.026 (BRASIL; 2020), e é resumidamente definido como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais que

objetivam o desenvolvimento sustentável e a saúde humana (BRASIL, 2007). Durante a atual pandemia do Coronavírus (COVID-19), ficou ainda mais evidente a importância destes serviços para a qualidade do meio ambiente e de vida da população, implicando de forma direta na promoção da saúde e inclusão social e, conseqüentemente, no positivo desenvolvimento das cidades e combate de epidemias.

Com isso, o objetivo do trabalho foi apresentar as principais alterações da política pública de saneamento básico no Brasil, Lei Federal n. 11.445 (BRASIL, 2007), no que tange aos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto, frente a Lei Federal n. 14.026 (BRASIL, 2020). Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica não sistemática e documental (legislações), buscando o histórico de marcos legais sobre saneamento básico no Brasil, para compreender a evolução legal da temática, e então apresentar o “novo marco” e suas atualizações frente a Lei n. 11.445 (BRASIL, 2007). O texto está estruturado em três seções, além desta introdução. A seção dois apresenta breves notas históricas sobre o saneamento no Brasil. A seção três trata das mudanças advindas com a atualização do marco regulatório e, por fim, na última seção são apresentadas as considerações finais.

## 2 | BREVES NOTAS HISTÓRICAS SOBRE O SANEAMENTO NO BRASIL

De modo geral, a normatização do saneamento básico no Brasil pode ser dividida em quatro períodos, conforme demonstra a Figura 1: anterior a 1970; entre 1970 e 1990; entre 1990 e 2007; e o atual, entre 2007 e 2021.

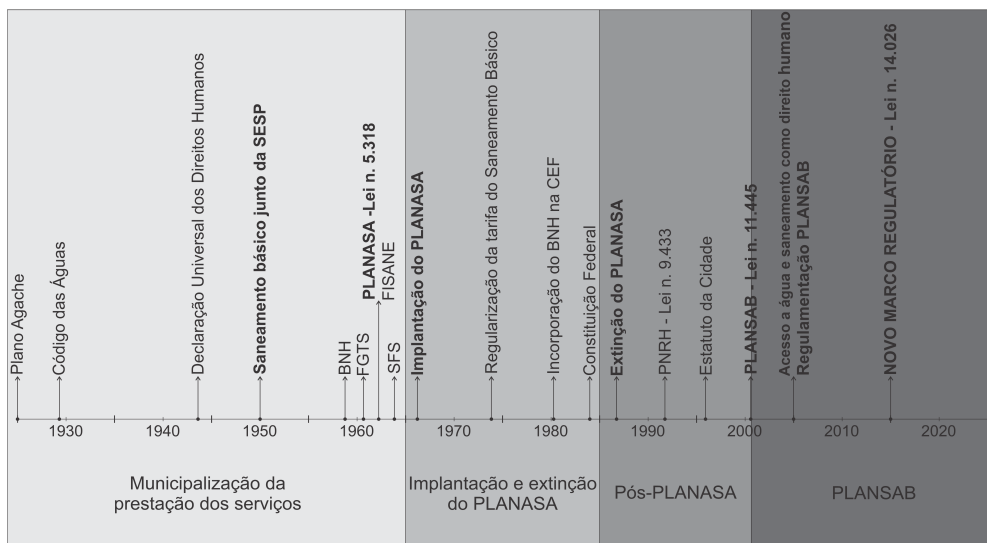


Figura 1 – Evolução histórica dos principais marcos legais e regulatórios do saneamento básico no Brasil.

## 2.1 Período anterior a 1970: A municipalização da prestação dos serviços

No Brasil Colônia, uma das principais formas de abastecimento de água ocorria por meio de chafarizes, caracterizados como sendo um serviço coletivo e essencial (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015; COSTA, 1994). As vilas e as poucas cidades brasileiras da época padeciam de qualquer iniciativa de saneamento (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015; CASTRO, 1994). Os dejetos eram jogados das janelas das residências diretamente nas ruas, o que favorecia a proliferação de doenças e surtos epidêmicos (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015; CASTRO, 1994). A administração portuguesa considerava a obtenção e distribuição de água, atribuição exclusiva de cada vila (município), bem como a manutenção e a administração (COSTA, 1994).

No entanto, o processo de urbanização, em meados de 1875, e o avanço das técnicas acabaram substituindo essa forma coletiva por serviços individuais. Momento em que iniciaram os primeiros projetos de saneamento no Brasil, muitos deles, realizados por empresas privadas, ocasionando assim a mercadorização da água e tornando o acesso restrito (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015).

Neste período, o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos eram tratados especificamente como pautas de saúde pública, com principal intuito de prevenir epidemias, como a da cólera (ROCHA, 2016). Somente anos mais tarde, foi acrescido aos serviços de saneamento, sua relevância para o meio ambiente e à salubridade urbana (MURTHA; CASTRO; HELLER, 2015). Fator que aumentou a pressão popular para que os municípios iniciassem e elevassem os investimentos para o setor de saneamento. Estas afirmações corroboram ainda com a perspectiva de planejamento territorial (urbano), que em suas primeiras atuações, esteve relacionado ao embelezamento e questões sanitárias, como a teoria miasmática (MARICATO, 2008).

Todavia, esse movimento inicial pelo provimento de serviços de saneamento, com os municípios como principal ator, apresentou falta de planejamento, de marco regulatório, e de articulação entre os entes para um avanço nacional coordenado do setor. As primeiras menções sobre projetos planejados de saneamento básico para cidades são encontradas em planos regionais ou municipais, focados principalmente no tratamento e abastecimento de água potável, como por exemplo, o Plano Agache (AGACHE, 1930), da cidade do Rio de Janeiro, de 1930.

Assim, os serviços de saneamento básico, desde sua essencialidade, foram atrelados aos municípios, os quais possuíam os direitos da prestação dos serviços, e sua gestão passou mais tarde a ser vinculada ao Ministério da Saúde (REYDON et al., 2001). Na década de 50, os serviços de saneamento estavam atrelados ao Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), atualmente, conhecido como Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), que concebeu os primeiros Serviços Autônomos de Água e Esgotos (SAAE) para funcionamento juntamente aos municípios (DEMOLINER, 2008; COSTA, 1994).

A primeira Política Nacional de Saneamento foi instituída pela Lei Federal nº 5.318 de 1967, e abrangia os seguintes serviços: saneamento básico (abastecimento de água, fluoretação e destinação de dejetos); esgotos pluviais e drenagem; controle da poluição ambiental, inclusive do lixo; controle das modificações artificiais das massas de água; controle de inundações e de erosões (BRASIL, 1967). Esta mesma Lei criou ainda o Conselho Nacional de Saneamento, como sendo um órgão colegiado “com a finalidade de exercer as atividades de planejamento, coordenação e controle da Política Nacional de Saneamento” (BRASIL, 1967, p. 1).

Esta política se tornou a primeira estratégia nacional brasileira para o saneamento básico de longo prazo. A Política Nacional de Saneamento ficou conhecida como Planasa, e propunha a execução dos serviços para esfera estadual, por meio das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs). O Planasa foi concebido em um cenário onde apenas 66,87% da população residente possuíam abastecimento de água, e 13,88% possuíam coleta e tratamento de esgoto (IBGE, 2020). O surgimento desta política pública pode ser justificado devido à pressão causada pelo processo de êxodo rural e a urbanização desordenada das cidades brasileiras, iniciado na década de 40 e intensificado com a industrialização dos grandes centros (ROLNIK, 2011; SOUSA; COSTA, 2016). Em 1980, a população urbana tornou-se maioria no Brasil, e, por consequência, ficava evidente o déficit de infraestrutura urbana e de saneamento (ROLNIK, 2011).

Os investimentos para implantação do Planasa eram realizados pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), que era responsável pela aplicação dos recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS, criado em 1966) dentre outros fundos criados para investimentos na área do saneamento, como por exemplo, o Fundo de Financiamento para o Saneamento (FISANE), criado em 1967 (ROLNIK, 2011; CÉSAR, SAIANI; TONETTO JÚNIOR, 2010; COSTA, 1994) e o Sistema Financeiro de Saneamento (SFS), criado em 1968 (DEMOLINER, 2008; COSTA, 1994). O principal objetivo do Planasa era a centralização de investimentos em saneamento básico (CESAR et al., 2010), para então se alcançar a universalização do saneamento e consolidação das CESBs (SANTOS et al., 2018). A maior dificuldade enfrentada pelo Planasa se deu devido à resistência dos municípios em cederem seus direitos de gestão do saneamento básico às CESBs. A submissão dos municípios ocorreu por meio de pressão política (SOUSA, 2022; COSTA, 1994; JORGE, 1992), além de manobras financeiras, visto que apenas as CESBs poderiam acessar os recursos do FGTS (CÉSAR et al., 2010; ROLNIK; KLINK, 1011; COSTA, 1994), principal fonte de recursos financeiros da época.

## **2.2 Período de 1970 a 1990: A implantação e extinção do planasa**

O auge do Planasa ocorreu na década de 70, visto que sua efetiva implementação ocorreu em 1971, onde se observou uma grande melhora dos índices de abrangência dos serviços de saneamento básico (CÉSAR et al., 2010; COSTA, 1994). Por se tratar de

uma política pensada para a população urbana, houve pouco desenvolvimento quanto aos índices de atendimento do saneamento para as regiões rurais dos municípios e, em 1981, as projeções para atendimento da população urbana era de 90% para o abastecimento de água potável e de 65% para coleta e tratamento de esgoto (IBGE, 2002). No entanto, as metas estabelecidas para o plano não foram atingidas antes da extinção formal da política pública em 1991 (DEMOLINER, 2008; SANTOS et al., 2018). O Planasa trouxe significativos investimentos no setor e avanços na abrangência dos serviços para a população residente no Brasil, atendendo 75,27% da população no que tange ao abastecimento de água e 17,46% quanto ao esgotamento sanitário (SOUSA; COSTA, 2016). No momento em que surgiu o PLANASA, havia uma demanda extremamente grande pelos serviços de saneamento, e qualquer ação tomada a época, resultaria em bons resultados (JULIANO et al., 2012; COSTA, 1994). Sua extinção pode ter sido motivada pela crise econômica enfrentada pelo país na época (SANTOS et al., 2018; COSTA, 1994), bem como pela incorporação do BNH à Caixa Econômica Federal, que ocorreu em 1986 (DEMOLINER, 2008; COSTA, 1994). O Brasil não renunciou às metas da universalização, que é observada ainda em 2021, porém as ações do Planasa foram insuficientes e os resultados heterogêneos em diferentes áreas do país (JULIANO et al., 2012).

O paradigma principal do PLANASA era a autossustentação tarifária, ou seja, as tarifas tinham de ser suficientes para cobrir os custos de operação, manutenção e ainda a amortização dos empréstimos realizados (COSTA, 1994). Anteriormente ao PLANASA, o estudo de viabilidade financeira era realizado pelos municípios, a partir do PLANASA, este estudo ficou a cargo das CESBs (COSTA, 1994). A lógica para sustentação do modelo era de que os municípios superavitários cobririam os deficitários (COSTA, 1994). Este modelo foi chamado de subsídio cruzado, e as tarifas cobradas por este modelo era única em todo o estado (SOUSA; COSTA, 2016; COSTA, 1994).

### **2.3 Período de 1990 a 2007: Período pós-planasa**

Após o Planasa, ocorreram diversas tentativas para implementação de uma nova política de saneamento no Brasil (DEMOLINER, 2008). No período de 1992 a 2007, se deu início aos incentivos para a desestatização dos serviços de saneamento, ou seja, foi incentivada a participação de empresas privadas, visando maiores investimentos no setor (CÉSAR et al., 2010). César et al. (2010, p. 100), classificam, “grosso modo”, o período pós-Planasa:

[...] em três grupos, de acordo com os seus objetivos: (i) programas para a redução das desigualdades socioeconômicas, que privilegiavam os sistemas sem viabilidade econômico-financeira; (ii) programas voltados para a modernização e o desenvolvimento institucional dos sistemas de saneamento e (iii) programas para aumentar a participação privada no setor.

O setor do saneamento continuou em expansão, mesmo com a falta de uma

política nacional para regulamentação. Entretanto, subjetivamente, o objetivo da universalização do atendimento permeou (COSTA, 1994). O abastecimento de água teve um grande crescimento nos índices de abrangência, sendo muito superiores aos índices de esgotamento sanitário, o que pode ser justificado pela sua maior visibilidade política (CÉSAR et al., 2010; COSTA, 1994).

## 2.4 Período de 2007 até a atualidade

Apenas em 2007, 15 anos após a extinção formal do Planasa, uma nova política pública nacional de saneamento básico foi sancionada: a Lei Federal nº 11.445 que instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) (BRASIL, 2007). Este marco do saneamento foi incumbido ao Ministério das Cidades (transferido em 2018, após sua extinção, para responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento Regional), devido ao objetivo de “integrar as políticas ligadas ao desenvolvimento urbano” (DEMOLINER, 2008, p. 629). Esta integração pode ter sua origem no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), que estabeleceu que o Plano Diretor Participativo Municipal (PDPM) tem como objetivo garantir o direito à cidade sustentável, e exige a compatibilidade deste com o Plano de Recursos Hídricos, conforme Lei n. 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997), intimamente ligada ao saneamento básico.

No entanto, o PNSB, conhecido também como Plansab, foi regulamentado apenas em 2010, pelo Decreto n. 7.217 (BRASIL, 2010). Seu plano estratégico, com metas e avaliações do desenvolvimento da política pública, ocorreu apenas em 2013, aprovado pela Portaria Interministerial n. 571 (BRASIL, 2013). A construção do Plansab, de acordo com Silveira, Heller e Rezende (2013), se deu em três etapas: (i) formulação do Pacto pelo Saneamento Básico, que tinha como intuito a adesão da sociedade aos eixos e estratégias de desenvolvimento do setor e ao processo de elaboração e implementação do plano; (ii) elaboração do Panorama do Saneamento Básico no Brasil; (iii) consulta pública para submissão da versão preliminar do plano, elaborado com base no Panorama do Saneamento Básico, à sociedade.

O principal objetivo da Lei n. 11.445 (BRASIL, 2007) foi alcançar a universalização dos serviços de saneamento básico, sendo este definido como conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

Os principais instrumentos foram: Plano Nacional de Saneamento Básico, Plano de Saneamento Básico elaborado pelo titular da prestação do serviço, e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Uma das inovações do Plansab foi proporcionar a participação da população, através de consultas públicas, na elaboração dos Planos de Saneamento Básico Municipal (ou do titular pela prestação do serviço) (BRASIL, 2007), garantindo assim uma maior participação social, visto que a população é

a maior afetada pela falta destes serviços.

As possíveis configurações das prestações destes serviços foram ampliadas, podendo ser prestado pelo Estado, município, consórcio de municípios e através de contratos de concessão, onde há a participação do setor privado. Mesmo com os amplos esforços para alcançar a universalização dos serviços de saneamento básico, o Plansab não o atingiu, levando a aprovação do “novo marco” do saneamento.

O “novo marco” do saneamento, Lei n. 14.026 (BRASIL, 2020), veio como ponto chave para solução dos problemas do setor de saneamento no Brasil: uma nova medida para atingir a universalização dos serviços através da facilitação do processo de privatização do setor. Essa facilitação na privatização, é vista como uma oportunidade para aumento dos investimentos e, conseqüente, melhora dos índices de atendimento. No entanto, esta medida vai contra a tendência internacional, que estão reestabelecendo a estatização do setor (SOUSA, 2020). Esse estabelecimento de condições sadias de competição entre as empresas, proposta pelo “novo marco”, tem sido rejeitada no mundo inteiro (SOUSA, 2020). A seguir, serão apresentadas as principais mudanças deste marco para o setor do saneamento básico.

### **3 | O “NOVO MARCO” DO SANEAMENTO: O QUE MUDA?**

Com o advento da Lei n. 14.026 (BRASIL, 2020), conhecida como “novo marco” regulatório do saneamento básico, que consiste em uma atualização do marco vigente (BRASIL, 2020), os legisladores buscaram: aumentar a desestatização do setor; a privatização de empresas públicas; estímulo da concorrência; estabelecimento de um padrão para seleção das empresas prestadoras; entre outras alterações. Novamente, apresenta o objetivo histórico de sanar os graves problemas relacionados ao saneamento básico no Brasil e suas implicações associadas, tais como os problemas ambientais e de saúde pública.

Para isso, além de alterações na Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2007), ocorreram alterações em mais sete legislações que regulamentam o setor no país (BRASIL, 2020), conforme Quadro 1.

<b>Lei</b>	<b>Alteração</b>
Lei n. 9.984 (2020)	Altera a antiga Agência Nacional de Águas (ANA), para a nova Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).
Lei n. 10.768 (2003)	Altera as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos.
Lei n. 11.107 (2005)	Veda a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal de 1988.
Lei n. 12.305 (2010)	Altera os prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
Lei n. 13.089 (2015)	Autoriza a União a participar de fundo com a finalidade de financiar serviços técnicos especializados.

Quadro 1 – Alterações em legislações decorrentes da Lei n. 14.026 (BRASIL, 2020).

Fonte: adaptado de BRASIL (2020).

Por se tratar de uma legislação recente, essa ainda pode sofrer diversas alterações. Posteriores a lei, há uma Mensagem de Veto n. 396 (BRASIL, 2020), e dois decretos: o Decreto n. 10.588 (BRASIL, 2020), que tratam sobre o apoio técnico e financeiro da União, e o Decreto n. 10.710 (BRASIL, 2021), que trata da metodologia para comprovação da capacidade econômico-financeira dos prestadores de serviços de água e esgoto.

A seguir serão descritas as principais mudanças que ocorreram com o advento do “novo marco” regulatório do saneamento, Lei Federal n. 14.026 (BRASIL, 2020).

### **3.1 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**

O “novo marco” delega para a antiga Agência Nacional de Águas, a responsabilidade de instituir “normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, e estabelecer regras para sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos” (BRASIL, 2020, p.1), ampliando assim, a atuação da ANA. Esta é uma das medidas de estreitamento da política de saneamento para com a política de recursos hídricos, enfatizado pelo “novo marco”. Antes mesmo deste, a ANA já possuía competência para deliberar sobre aspectos do saneamento básico (DEMOLINER, 2008).

Outra medida para contribuir com a convergência da política de saneamento com a de recursos hídricos, está atrelada ao fato de que a ANA deve contribuir com a articulação entre o Plano Nacional de Saneamento Básico, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos e o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Este estreitamento entre as políticas está relacionado a ocorrência de crises hídricas e a tentativa de estabelecer um controle e gestão. O “novo marco” colocou como responsabilidade da União, atuar em casos de crise hídrica no país.

Incorporar uma agência reguladora federal ao saneamento básico se torna indispensável, ao passo que este “novo marco” estimula a participação do setor privado na prestação de serviços de saneamento básico, fazendo-se necessário o controle do mercado para garantir o interesse público. Portanto, as normas de referência editadas pela ANA para o setor devem favorecer e estimular a livre concorrência (BRASIL, 2020).

Dentre as atribuições da ANA anteriormente citadas, cabe destacar a regulação



tarifária dos serviços públicos de saneamento básico e o dever de fazê-lo com vistas a universalização do acesso ao saneamento. Ainda, esta fica responsável por estabelecer normas de referências para as políticas de subsídios para o setor.

Neste processo de regulação e fiscalização, a ANA contará com as Agências Reguladoras locais. Estas devem adotar as normas de referências instituídas pela ANA. Para facilidade de acesso à informação, e devido as prerrogativas de acesso a recursos públicos federais, a ANA deve manter lista atualizada das agências reguladoras e fiscalizadoras que adotam as suas normas de referência (BRASIL, 2020). A ANA exercerá controle sob os serviços de saneamento, além dos recursos hídricos, pois esta é uma autarquia de regime especial que possui autonomia administrativa e financeira para tal (BRASIL, 2000).

### **3.2 Privatização dos serviços de saneamento básico**

Anterior ao advento do “novo marco” regulatório, os serviços de saneamento básico eram prestados através dos contratos de programa. Nestes, estavam previstas as regras de prestação, tarifação, tempo de serviço, dentre outros. No entanto, esse processo de contratação ocorria sem concorrência, podendo ser realizada a contratação direta pelo poder público. Com a atualização legislativa, os serviços de saneamento básico podem ser prestados diretamente pelo titular, ou por uma entidade mediante celebração de contrato de concessão, sendo obrigatória a abertura de licitação, ficando assim, extintos os contratos de programa (BRASIL, 2020). A grande novidade do “novo marco”, não está na privatização em si, pois com a Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007) já era possível realizar a privatização destes serviços. A novidade para o setor se encontra na obrigatoriedade da realização de licitação.

Com o “novo marco”, abre-se o setor para o mercado (FORTINI; MIRANDA, 2020), e espera-se que ocorra competição entre as empresas públicas e privadas, de forma igualitária. Apesar de a privatização não ser obrigatória (SOUSA, 2020). No entanto, produz e viabiliza diversos constrangimentos que acabam induzindo-a (SOUSA, 2020). Espera-se também, que os investimentos no setor aumentem, bem como, que a gestão do setor seja mais eficiente (FORTINI; MIRANDA, 2020).

Os contratos que se encontram em vigor, pelo antigo formato, terão até 2022 para se adequarem as novas regras, e incluírem as metas de universalização (99% da população com água potável e 90% da população com coleta e tratamento de esgoto até 2033, porcentagens estas, calculadas sobre a população da área atendida pela prestadora); não intermitência do abastecimento; redução de perdas e melhorias dos processos de tratamento; viabilidade econômico-financeira (BRASIL, 2020). Apenas através desta adequação dos contratos, é que será permitida a vigência dos contratos de programa, até o advento do seu termo contratual (BRASIL, 2020). Estas metas devem também estar previstas nos novos contratos realizados através de processo licitatório.

Importante recordar que estas metas já estavam previstas na Lei nº 11.445 (BRASIL;

2007). A diferença está no estabelecimento de datas para o cumprimento, e no detalhamento de como o titular ou prestador do serviço, irá proceder para alcançar estas metas.

As Agências Reguladoras locais, juntamente com a ANA, ficam responsáveis pelo acompanhamento do cumprimento das metas. Será permitida a dilatação do prazo para até no máximo janeiro de 2040 (BRASIL, 2020). O não cumprimento das metas acarretará sanções pelo órgão regulador federal (ANA) podendo estas empresas ficarem impedidas de distribuir seus lucros e dividendos (BRASIL, 2020), bem como podem ter seus contratos anulados (FORTINI; MIRANDA, 2020).

Outro fator importante do “novo marco”, é referente a titularidade dos serviços, que há tempos vem sendo discutida. A Constituição Federal (BRASIL, 1988), em seu artigo 23, inciso IX, determina que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios devem cooperar e promover melhorias nas condições de moradia, habitação e saneamento básico. É natural que o titular dos serviços de saneamento seja o município, visto que os serviços de saneamento estão ligados as estruturas de urbanização. No entanto, a cooperação entre os entes da federação, é fundamental para que seja possível avanços significativos no setor. Com o “novo marco”, há uma definição mais clara quanto a função de cada ente. Contudo, ainda ocorrem debates acerca da titularidade dos serviços.

Com o “novo marco”, compete a União, o regimento de normas e a viabilização de recursos públicos federais para investimentos no setor. Os Estados, Distrito Federal e Municípios, possuem competência complementar quanto a instituição de normas. Na esfera administrativa, cabe aos Estados, Distrito Federal e municípios, a titularidade dos serviços de saneamento básico (BRASIL, 2020). O Estado, é titular em áreas de interesse comum, e o município ou Distrito Federal, em áreas de interesse local (BRASIL, 2020).

Importante destacar que mesmo com a privatização do setor, a titularidade continua sendo pública. É responsabilidade do poder público, prover serviços de saneamento básico, visto que estes estão intimamente ligados à garantia de uma qualidade de vida mínima, à saúde pública, bem como à preservação do meio ambiente, conforme previsto na Constituição Federal (BRASIL, 1988).

Os Estados, portanto, ficam responsáveis pelos blocos regionais (áreas de interesse comum). A regionalização da prestação dos serviços deve ser incentivada e priorizada (BRASIL, 2020). Essas regiões (blocos regionais) serão definidas pela União em conjunto com os Estados, caso os Estados não tenham definidas estas regiões no prazo de um ano após a aprovação do marco. Terão, também, prioridade no acesso a recursos não onerosos da União, quando sua sustentabilidade econômico-financeira não for possível apenas com os recursos oriundos das taxas e tarifas (BRASIL, 2020). O objetivo da criação destas regionalizações é a viabilidade técnica e econômico-financeira, possibilitando assim ganhos na eficiência e universalização dos serviços (BRASIL, 2020), modelo conhecido como subsídio cruzado. A adesão aos blocos regionais é facultativa aos municípios (BRASIL, 2020).

No processo de privatização do saneamento pode ocorrer a descentralização do exercício de competências administrativas (Estado, municípios e Distrito Federal), podendo essa ocorrer com pessoa jurídica de direito público, por exemplo, autarquias e consórcios municipais ou com pessoa jurídica de direito privado (BRASIL, 2020).

### **3.3 Regulação estadual e municipal dos serviços de saneamento**

Através da antiga Lei (BRASIL, 2007), já ocorria a previsão de agências reguladoras para o setor do saneamento básico, no entanto, não havia a obrigatoriedade de ser definida a entidade responsável. Com o “novo marco”, os titulares dos serviços públicos de saneamento, independente da modalidade de sua prestação, ficam obrigados a definir a entidade responsável pela regulação e fiscalização observando as normas de referência da ANA (BRASIL, 2020). O titular pode optar por aderir a uma agência reguladora em outro Estado da Federação, porém, alguns critérios devem ser observados, como por exemplo, a não existência no Estado do titular do serviço, de agência reguladora constituída (BRASIL, 2020). Neste sentido, o marco é contraditório, pois ao passo que o titular só poderá escolher agência reguladora de outro Estado, observado o fato de não possuir uma no Estado de origem dele, os titulares que escolherem agência reguladora e fiscalizadora de outro Estado, terão prioridade na obtenção de recursos públicos federais (BRASIL, 2020).

Estas agências reguladoras ficam responsáveis por fiscalizar o cumprimento das metas previstas nos contratos, além de prevenir e oprimir o abuso do poder econômico. Estes procedimentos devem ocorrer conforme normas de referência da ANA, e suas normas internas, pois as Agências Reguladoras locais terão autonomia para realizar adaptações nas normas de referência da ANA, observando as características particulares da região que se encontra inserida (BRASIL, 2020).

As fiscalizações ocorrerão anualmente, sendo que a primeira fiscalização deve ocorrer apenas após cinco anos de vigência do contrato (BRASIL, 2020). Caso seja observado o não cumprimento das metas, a agência reguladora deve conduzir procedimento administrativo com o intuito de avaliar as medidas cabíveis, podendo decidir por medidas sancionatórias (BRASIL, 2020).

As agências reguladoras, além de observarem as normas de referência da ANA, devem seguir os princípios de transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões, visto que, são estas que preservarão o interesse público dos serviços de saneamento básico.

### **3.4 Planos de saneamento regionais e municipais**

Os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) foram instituídos pela Lei n. 11.445 (BRASIL, 2007), no entanto, poucos municípios elaboraram os mesmos. As justificativas para a não elaboração deste instrumento fundamental para a melhora de indicadores de saneamento, varia desde a falta de recursos, à falta de corpo técnico.

Com o “novo marco”, os titulares dos serviços de saneamento ficam obrigados a elaborar o Plano de Saneamento Básico Regional ou Municipal, estabelecendo metas, indicadores de desempenho e mecanismos de aferição de resultados (BRASIL, 2020). A elaboração deste plano pode ocorrer de forma colaborativa entre os prestadores de serviço de saneamento básico, órgãos e entidades das administrações pública federal, estaduais e municipais (BRASIL, 2020). Nos casos em que o município pertence a um bloco de referência, o plano regional prevalece e dispensa a elaboração de um plano municipal de saneamento básico.

Outro fator importante a ressaltar sobre os PMSB, através do “novo marco”, é que os municípios com população inferior a 20.000 habitantes podem elaborar planos simplificados de saneamento, com menor nível de detalhamento (BRASIL, 2020). Este é um fator importante, pois os titulares dos serviços de saneamento têm até dezembro de 2022 para instituir o Plano de Saneamento Regional ou Municipal (BRASIL, 2020).

Como já ocorria anteriormente ao “novo marco” do saneamento, os planos de saneamento devem estar de acordo com o Plano de Bacia Hidrográfica, considerando assim, a quantidade de recursos disponíveis na bacia, evitando, ou mesmo diminuindo, problemas futuros de falta de água.

### **3.5 Outras mudanças**

Outra mudança prevista pelo “novo marco” do saneamento é a simplificação do processo de licenciamento ambiental para as atividades de esgotamento sanitário, abastecimento de água e resíduos sólidos (BRASIL, 2020). É importante ressaltar que cada Estado possui suas próprias normativas quanto ao processo de licenciamento ambiental destas atividades, podendo ocorrer locais onde já havia a previsão de processos simplificados para as atividades mencionadas.

Criou o Comitê Interministerial de Saneamento Básico (Cisb), sendo o Ministro do Desenvolvimento Regional, o presidente deste comitê. Este, possui a finalidade de garantir a implementação do PNSB e de articular na atuação dos órgãos e entidades federais na disposição de recursos financeiros em ações de saneamento básico. A Cisb, fica responsável por promover políticas públicas de governança no setor (SILVA et al., 2020).

Nas Zonas Especiais de Interesse Social (Zeis), ou outras áreas do perímetro urbano ocupadas predominantemente por população de baixa renda, o titular dos serviços de esgotamento sanitário deve incluir, nos serviços prestados, conjuntos sanitários para as residências e solução para a destinação de efluentes, quando inexistentes, e deve ser assegurada a compatibilidade com as diretrizes da política municipal de regularização fundiária (BRASIL, 2020; SANTOS et al., 2018).

Há a previsão de multa para o cidadão que optar pela não adesão ao serviço de coleta de esgoto (SANTOS et al., 2020). Apesar de ser novidade, em alguns municípios já ocorria a aplicação de multas para estes casos (SANTOS et al., 2020). Com este tipo

de sanção estando previsto no “novo marco”, ocorrerá um movimento no sentido ampliar a cobertura, e evitar a ociosidade (SANTOS et al., 2020). Para a população carente, a ANA poderá elaborar normas de referência para as políticas de subsídios, no que tange a auxiliar nos custos para realizar a conexão com a rede.

Espera-se também, uma maior participação da população nos processos de tomada de decisão para o setor, pois estabelece a obrigatoriedade de consulta pública em momento anterior às tomadas de decisão de cunho coletivo (FORTINI; MIRANDA, 2020).

Com o “novo marco” do saneamento, fica estabelecida uma nova forma de prover estes serviços fundamentais para a garantia da dignidade da pessoa humana. A Figura 2, apresenta um esquema da atualização do marco regulatório do saneamento.

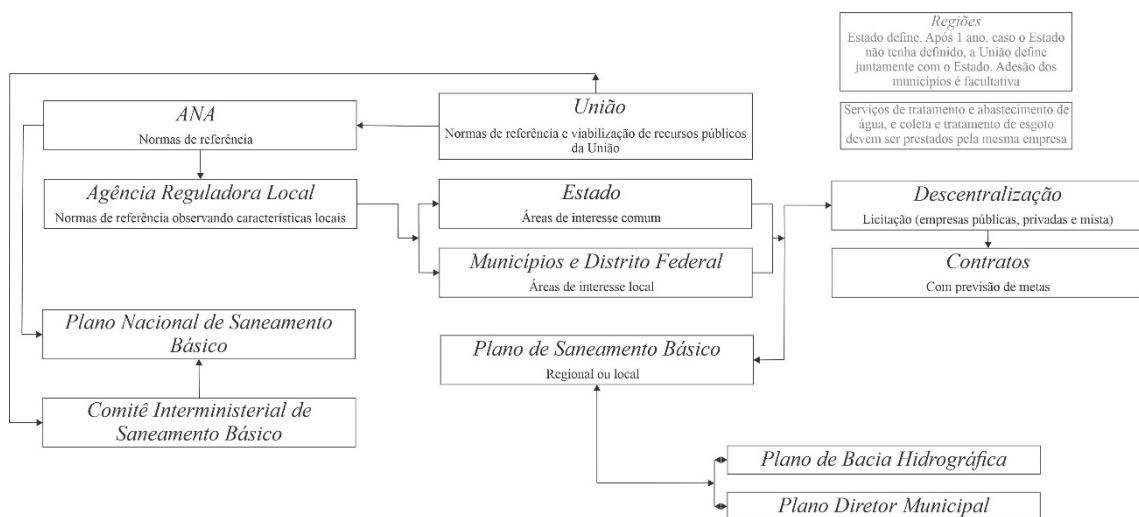


Figura 2 – Esquema do saneamento com a atualização da Lei n. 11.445/2007 pela Lei n. 14.026/2020.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais mudanças no setor do saneamento básico, com o advento do “novo marco” legal, está na obrigação do processo licitatório para a prestação destes serviços; na instituição de uma agência reguladora nacional (ANA); no estreitamento das políticas urbana, de recursos hídricos e saneamento básico; na obrigatoriedade da definição de uma agência reguladora local (municipal ou regional); no estabelecimento de metas, com datas definidas na própria legislação; e por fim, na obrigatoriedade dos titulares dos serviços, de realizarem seus planos, regionais ou municipais, de saneamento básico.

A instituição de uma agência nacional reguladora para o setor do saneamento é um passo importante, visto que assim, os usuários como cidadãos terão a capacidade de reivindicar seus direitos aos serviços do formulador de políticas, e este pode influenciar o comportamento do provedor de serviço usando instrumentos de política e regulação.

Podendo assim, ocorrer avanços na participação da população nos processos de tomada de decisão para o setor de saneamento.

Os mecanismos de autossustentação e de viabilidade econômica, bem como a privatização, não são novos para o setor de saneamento no Brasil. Inicia-se uma nova fase, na busca pela universalização destes serviços. No entanto, a privatização do setor pode não gerar o aumento dos investimentos como esperado. Essa foi uma tendência observada internacionalmente, além do aumento na desigualdade do acesso aos serviços, que levou diversos países a reestatizarem o setor.

Para se ter uma melhora nos índices de atendimento do saneamento, é necessário, inicialmente, diminuir os índices de desigualdade, e realizar efetivamente a integração das políticas de urbanização e saneamento. Para então, se tornar viável a privatização e a cobrança de taxas proporcionais aos custos de implantação e manutenção destes sistemas. Ainda, é importante que sejam desenvolvidos indicadores que analisem além do fornecimento dos serviços, a qualidade, a continuidade e as condições em que as pessoas estão inseridas. Pois os índices pautados apenas no fornecimento da infraestrutura simplificam uma realidade complexa, e leva a caracterização de falsos avanços rumo a universalização, e impossibilitam a identificação de desigualdades, podendo levar a uma falsa universalização e camuflar realidades “opressoras”.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAMB) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Este trabalho recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES - Brasil (PROAP/AUXPE).

## REFERÊNCIAS

AGACHE, A. **Cidade do Rio de Janeiro: Extensão-Remodelação-Embelezamento**. Paris: Foyer Brésilien, 1930. Disponível em: <<http://planourbano.rio.rj.gov.br>>. Acesso em: 05 out. de 2020.

BRASIL. Lei nº 5.318, de 26 de setembro de 1967. **Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento**. Brasil. 1967. Disponível em: <[BRASIL. \*\*Constituição da República Federativa do Brasil\*\*. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5318.htm#:~:text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,Art.></a>. Acesso em 15 de out. de 2020.</p></div><div data-bbox=)

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em 15 de out. de 2020.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**. Brasília, 2000.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em 15 de out. de 2020.

BRASIL. Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003. **Dispõe sobre o Quadro de Pessoal da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 2003.

BRASIL. Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005. **Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília, 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm)>. Acesso em 15 de out. de 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 2010.

BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. **Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências**. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm)>. Acesso em 15 de out. de 2020.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 571, de 5 de dezembro de 2013. **Aprova o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB)**. Brasília, 2013. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/62664459/dou-secao-1-06-12-2013-pg-176>>. Acesso em 15 de out. de 2020.

BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. **Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 2015.

BRASIL. Decreto nº 10.588, de 24 de dezembro de 2020. **Dispõe sobre o apoio técnico e financeiro de que trata o art. 13 da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Diário Oficial da União, 2020b.

BRASIL. Lei Nº 14.026 de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Brasil, 2020a.

BRASIL. **Mensagem nº 396**, de 15 de julho de 2020. Diário Oficial da União, 2020c.

CASTELLANI, Beatriz R.; SILVEIRA Ghisleine Trigo; GALVÃO, Heloisa A.; GARDENAL Marlene. **O Trabalho educacional na prevenção da cólera**, Volume 2, p. 42, Secretaria de Estado e Educação SP, São Paulo, 1994

CÉSAR, C.; SAIANI, S.; JÚNIOR, R. T. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). **Economia e Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 79–106, 2010.

DEMOLINER, K. S. **Água e Saneamento Básico: regimes jurídicos e marcos regulatórios no ordenamento brasileiro**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2008. 220 p.

MARICATO, Ermínia. Metrópole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 17, n. 48, p. 151-166, ago. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142003000200013>.

FORTINI, C.; MIRANDA, J. L. C. de. A APLICAÇÃO DAS SANÇÕES DO NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO AOS CONTRATOS EM CURSO. **Revista De Direito Da Administração Pública**, 1(5), 1–24. 2020.

HUTTON, Guy; CHASE, Claire. The Knowledge Base for Achieving the Sustainable Development Goal Targets on Water Supply, Sanitation and Hygiene. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 13, n. 6, p. 536, 27 maio 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph13060536>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 1970**. Brasil. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=225483>>. Acesso em: 18 de set. de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 1980**. Brasil. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=772>>. Acesso em: 18 de set. de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2002.

JIMÉNEZ, A., LIVSEY, J., ÅHLÉN, I., SCHARP, C., TAKANE, M.. Global assessment of accountability in water and sanitation services using GLAAS data. **Water Alternatives**, 11(2), 238–259. 2018.

JORGE, W. E. **A Avaliação da Política Nacional de Saneamento Pós 64**. p. 21–34, 1987.

MARICATO, E. **Brasil cidades: alternativas para a crise urbana**. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. 204p.

MEIER, B. M.; KESTENBAUM, J. G.; KAYSER, G. L.; AMJAD, U. Q.; BARTRAM, J.. Examining the Practice of Developing Human Rights Indicators to Facilitate Accountability for the Human Right to Water and Sanitation. **Journal Of Human Rights Practice**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 159-181, 1 mar. 2014b. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/jhuman/hut031>.

MEIER, Benjamin Mason; KAYSER, Georgia Lyn; KESTENBAUM, Jocelyn Getgen; AMJAD, Urooj Quezon; DALCANALE, Fernanda; BARTRAM, Jamie. Translating the Human Right to Water and Sanitation into Public Policy Reform. **Science And Engineering Ethics**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 833-848, 1 jan. 2014a. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11948-013-9504-x>.

MESQUITA, Tayane Cristiele Rodrigues; ROSA, André Pereira; GOMES, Uende Aparecida Figueiredo; BORGES, Alisson Carraro. Gestão descentralizada de soluções de esgotamento sanitário no Brasil: aspectos conceituais, normativos e alternativas tecnológicas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 56, p. 46-66, 26 mar. 2021. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v56i0.72908>.

MURTHA, N. A., CASTRO, J. E., & HELLER, L.. Uma Perspectiva Histórica Das Primeiras Políticas Públicas De Saneamento E De Recursos Hídricos No Brasil. **Ambiente & Sociedade**, 18(3), 193–210. 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc1047v1832015>

PHILIPPI JR., A. **Saneamento, saúde e ambiente**. Manole, 842 p, 2005.



REYDON, Bastiaan Philip et al.. **Tratamento de esgoto e seu efeito no custo agregado do tratamento de água**: uma abordagem quantitativa. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de Economia, 2001.

ROCHA, Aristides Almeida. **Histórias do Saneamento**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2016. 152 p.

ROLNIK, Raquel. Democracy on the Edge: limits and possibilities in the implementation of an urban reform agenda in Brazil. **International Journal Of Urban And Regional Research**, [S.L.], p. 239-255, fev. 2011. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2427.2010.01036.x>.

ROLNIK, Raquel; KLINK, Jeroen. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias?. **Novos Estudos - Cebrap**, [S.L.], n. 89, p. 89-109, mar. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-33002011000100006>.

SANTOS, F. F. S. et al. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 241–251, 2018.

SILVA, Vitória Batista Santos; GARCIA JUNIOR, Wagner Roberto Ramos; ARAÚJO, Clayton Vinicius Pegoraro de; KÖLLING, Gabrielle Jacobi. Universalização do Saneamento Básico. **Revista Brasileira de Políticas Públicas e Internacionais - Rppi**, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 180-203, 28 dez. 2020. Portal de Periodicos UFPB. <http://dx.doi.org/10.22478/ufpb.2525-5584.2020v5n3.51806>.

SILVEIRA, R. B.; HELLER, L.; REZENDE, S. Identificando correntes teóricas de planejamento: Uma avaliação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). **Revista de Administração Pública**, v. 47, n. 3, p. 601–622, 2013.

SOUSA, Ana Cristina A. de; COSTA, Nilson do Rosário. Política de saneamento básico no Brasil: discussão de uma trajetória. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 615-634, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-59702016000300002>.

SOUSA, Ana Cristina Augusto de. A pandemia do capital no saneamento. **Saúde em Debate**, [S.L.], v. 46, n. 133, p. 447-458, abr. 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104202213314>.

SOUSA, Ana Cristina Augusto de. O que esperar do novo marco do saneamento? **Cadernos de Saúde Pública**, [S.L.], v. 36, n. 12, p. 1-4, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00224020>.

TEIXEIRA, J. C.; GOMES, M. H. R.; SOUZA, J. A. Análise da Associação entre Saneamento e Saúde nos Estados Brasileiros - estudo comparativo entre 2001 e 2006. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, p. 197-204, 2011.

UNITED NATIONS. **The Human Rights to Water and Sanitation**. 64/292. 2010.

# ATENDIMENTO CONSULTIVO – UGR JARDINS

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Jéssica Cristina dos Anjos**

Técnico em Gestão - Cia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Graduação em Tecnologia em Logística e Gestão Empresarial, Pós-Graduação em Gestão do Relacionamento com o Cliente

### **Osmar Brandão dos Santos**

Agente de Saneamento Ambiental - Cia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Graduação em Marketing Digital, cursando

### **Gabriel da Silva Leite**

Encarregado em Processos de Manutenção de Água - Cia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Certificação Técnica em Edificação, Graduação em Engenharia Civil – cursando

**RESUMO:** A Unidade de Gerenciamento Regional Jardins (UGR Jardins), aplica uma técnica educativa que promove uma melhor relação entre o colaborador e o cliente. O atendimento é focado no que realmente os clientes necessitam, tornando-o mais amigável e confiável, compartilhando experiências, estabelecendo uma relação de cumplicidade. Os clientes se sentem

mais à vontade para compartilharem suas dúvidas e decisões para com a Unidade, atendendo suas expectativas e permitindo uma troca mais profunda entre as partes envolvidas. Durante esse processo, é comum despertar nos clientes a percepção de uma necessidade real da qual eles não haviam se dado conta, ganhando muito mais benefícios ao adquirir produtos e serviços. O atendimento consultivo tem por benefício desmistificar as antigas convicções a respeito das boas práticas de relação com os clientes internos e externos e tem como foco seu universo, promovendo uma relação negocial mais completa para ambos os lados. Foram adquiridos o máximo de informações já no início das tratativas, como: análise das rotinas dia a dia; entrevistas com clientes; acompanhamento das equipes de mão de obra terceirizada e própria; telefonemas; reuniões virtuais com as partes interessadas; treinamentos às equipes em campo; grupos de WhatsApp com Associações de Bairro e Subprefeituras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atendimento Consultivo, Clientes e Treinamentos.

## INTRODUÇÃO

A Unidade de Gerenciamento Regional Jardins, tem uma área de 100 km<sup>2</sup>, possui 1,2 milhões de habitantes fixos, 645 mil habitantes flutuantes, 100% dos clientes tem água, 99% dos clientes tem coleta de esgoto, 90% dos esgotos são coletados para as estações de tratamento, tem 306.731 ligações faturadas de água e esgotos, 589.257 economias de água e esgoto, 2.258 km de rede de água e 1.865 km de redes de esgotos. A Unidade de Negócio Centro (MC), promove o MC Conecta, um Plano de Relacionamento com cliente que tem como foco proporcionar experiências. A UGR Jardins comprometida em fortalecer as ações do MC Conecta, criou a Ação Departamental 02 – Estreitar o Relacionamento com o Cliente, que teve como intuito estreitar a relação e aproximar-se do cliente, com objetivo de gerar maior satisfação. Entre as ações estão disseminar canais de atendimento para orientação aos clientes; Disseminar o MC Conecta e melhorar a capacitação referente as tratativas com os clientes; Disseminar o E-book Somos Todos Cliente e o hotsite/app dos prazos dos principais serviços; Melhorar a satisfação dos clientes padronizando e inovando a disseminação de serviços por meio de comunicados; Intensificar ações relativas a uberização para manter o cliente informado; Melhorias e alinhamentos baseados no Diagnóstico MC Conecta junto a liderança; Reunião com as Instituições/Associações para estreitar relacionamento e proporcionar experiências satisfatórias. A MC tem como parceria a (Deep) Desenvolvimento e Envolvimento Estratégico de Pessoas e Clientes que teve uma grande participação para a evolução do Atendimento Consultivo na UGR Jardins. Mapa da UGR Jardins, apresentado na figura 1.

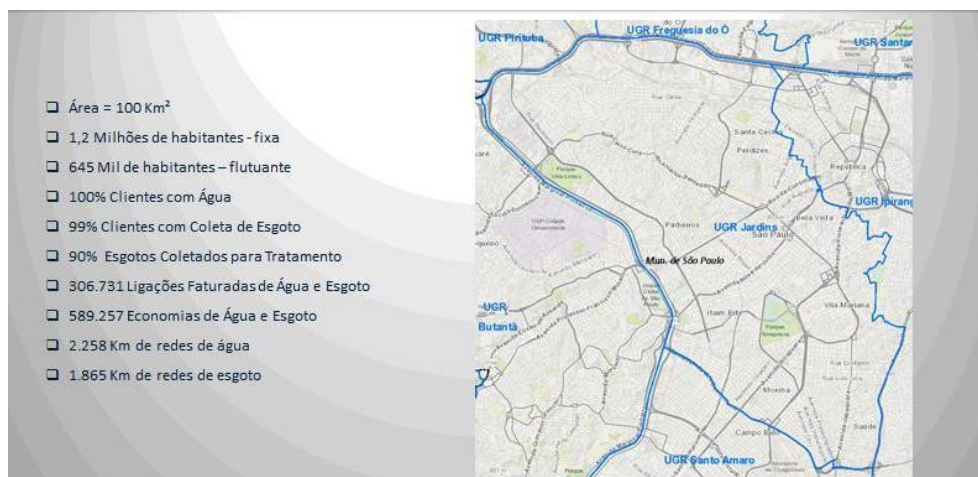


Figura 1: Imagem do mapa de atuação da UGR Jardins

## OBJETIVO

O Atendimento Consultivo tem por objetivo a aquisição de novas relações, proporcionando experiências de serviços diferenciados, melhorar as relações existentes, redefinindo a forma de relacionamento com o cliente como parte de uma estratégia e atingir alto desempenho, mantendo relações com os clientes, integrando novos modelos de serviços, utilizando novas tecnologias para produzir experiências entre os clientes internos e externos, com agilidade, com empatia e com proatividade. O atendimento consultivo tem como premissa entender o que o cliente necessita, analisando seus objetivos, seu perfil e seu contexto, para indicar uma solução que vá diretamente ao seu encontro e ter a percepção de que ele perceba o quanto a empresa está comprometida com a resolução dos problemas nos serviços ofertados.

## METODOLOGIA UTILIZADA

A UGR Jardins, realiza treinamentos aos colaboradores de mão de obra própria e terceirizadas em campo, como: Aprendizagem – preparação do profissional; a abordagem – o modo de se apresentar ao cliente; a sondagem – descobrir qual a real necessidade do cliente; a argumentação – propor soluções para a demanda do cliente; o fechamento – finaliza o atendimento e confirma com o cliente se todas as demandas foram atendidas; o pós-atendimento – dar retorno ao cliente e saber se existe alguma solicitação pendente. Figura 2 – Atendimento Consultivo.



Fonte: Deep. Figura 2: Atendimento Consultivo

## TREINAMENTO EM CAMPO

A UGR Jardins na pandemia, treinou colaboradores internos e externos, no começo o treinamento era realizado através de informativos plastificados sobre o atendimento

consultivo, depois criou se um veículo adaptável à realização de treinamentos em campo, com intuito de manter o distanciamento social e melhor treinar os colaboradores, trata-se de um veículo Fiorino, onde foi implantado banners com orientações sobre o devido treinamento aos clientes e uma televisão com notebook para treinamentos digitais, em cada treinamento os colaboradores recebiam garrafas plásticas de água com informações sobre o atendimento consultivo, uma forma de incentivo e colaboração pela participação do treinamento. Segue imagens abaixo, Foto 1 – Treinamento online com mão de obra própria, Foto 2: Treinamento com Motomés, Foto 3: Treinamento em campo com terceirizadas, Figura 3: Logo da Unidade Móvel de Treinamento (UMT), Foto 4: Unidade Móvel de Treinamento (UMT).



Foto 1: Treinamento MOP



Foto 2: Treinamento Motomés



Foto 3: Treinamento em campo



Figura 3: Logo da Unidade Móvel de Treinamento



Foto 4: Unidade Móvel de Treinamento

## UBERIZAÇÃO

Para melhorar o contato com o cliente a UGR Jardins, passou a utilizar o WhatsApp, a equipe através do aplicativo, enviava sua localização ao cliente através do Google Maps e o cliente recebia a hora que seria atendido. Caso o cliente não estivesse no local, já comunicava a equipe o horário que poderia ser atendido. Essa ação permitia agilidade no deslocamento e comunicação direta com o cliente. Para promover a utilização da ferramenta, a equipe que mais se comunicava com o cliente através do App, recebia

brindes, com a finalidade de incentivar o uso da ferramenta por todas as equipes da UGR Jardins. Uberização e premiação à equipe apresentada na figura 4.

## Intensificação da Uberização



Figura 4: Uberização e premiação à equipe

## SONAR

Através da metodologia utilizada na UGR Jardins da Uberização, criou-se uma plataforma para toda MC a Uberização do Saneamento – UGR 4.0, chamada de Sonar. A implantação foi realizada na UGR Jardins e repassada à toda a MC e inserido no Portal MC. A ideia é repassar ao cliente o acompanhamento das solicitações e o trajeto percorrido pela equipe. Com essa plataforma o cliente interno consegue identificar se o cliente está em sua residência ou ausente, visitas assertivas, agilidade no deslocamento, veículo com comunicação direta com o cliente e resposta rápida da plataforma. Sonar apresentado na figura 5.



Figura 5: Sonar.

Fonte: Portal MC.

## COMUNICAÇÃO COM O CLIENTE

Para melhorar ainda mais a comunicação com os clientes, a UGR Jardins pediu a confecção de imãs para geladeiras com QR Code, contendo informações sobre os canais de atendimento e o aplicativo Sabesp MOBILE, uma forma simples e dinâmica para confiabilidade nas informações para com o cliente. Figura 6: Imãs para Geladeira.



Figura 6: Imãs para Geladeira

## RESULTADOS OBTIDOS CLIENTES EXTERNOS

Em dezembro de 2020 foram entrevistados 166 clientes, Muito Satisfeito + Satisfeito somaram 68%, 4% de insatisfeito e 1% de muito insatisfeito. Figura 7: Amostra de entrevistados 2020.

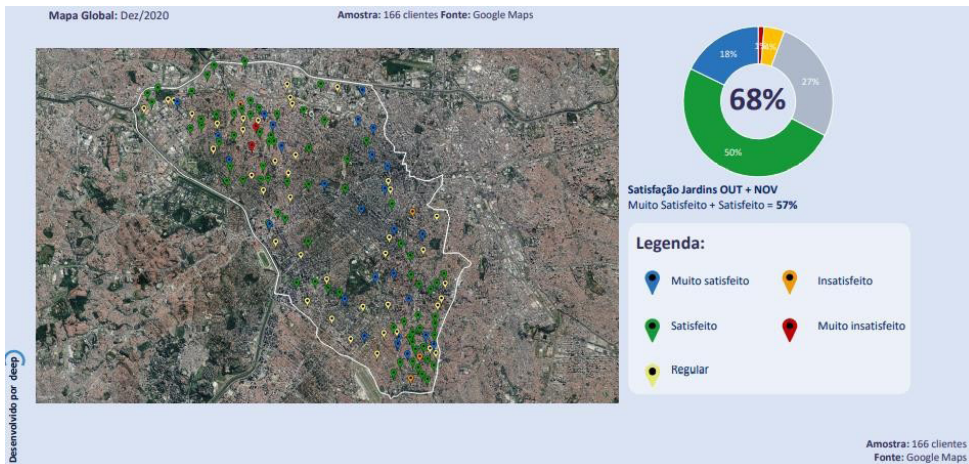


Figura 7: Amostra de entrevistados 2020

Fonte: Deep.

Em dezembro de 2021 foram entrevistados 166 clientes, Muito Satisfeito + Satisfeito somaram 76%, 2% de insatisfeito e 0% de muito insatisfeito. Isso significa um aumento de 8% de satisfação do cliente no atendimento as suas solicitações, na UGR Jardins. Figura 8: Amostra de entrevistados 2021.



Figura 8: Amostra de entrevistados 2021

Fonte: Deep.



## PERCEPÇÃO DE VALOR DO CLIENTE INTERNO 2020 E 2021

A percepção de valor do cliente interno tem por objetivo saber como os colaboradores estão engajados nas ações no atendimento consultivo. Como há mudanças constantes de funcionários nas empresas que prestam serviços à Sabesp, a percepção do cliente interno passa a ser uma forma de adequação para a realização de novas ações. Segue na figura 9, percepção de valor do cliente interno 2020, figura 10, percepção de valor do cliente interno 2021.

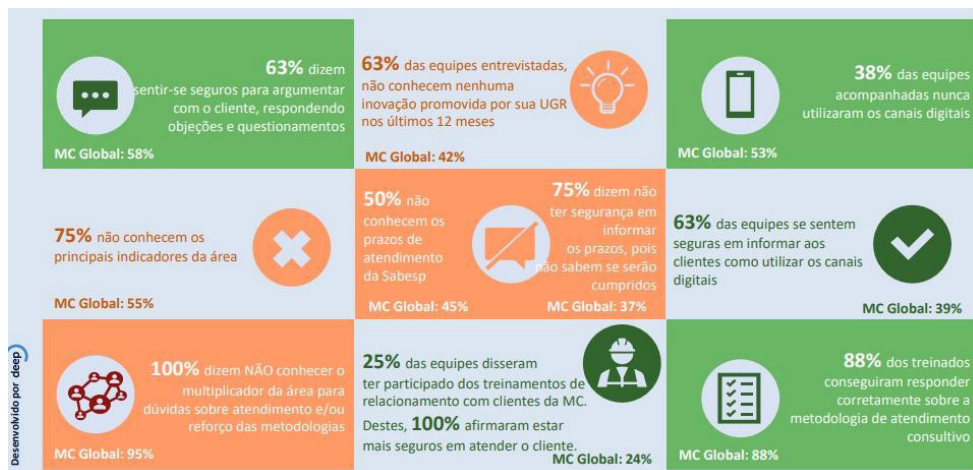


Figura 9: Percepção de valor do cliente interno 2020

Fonte: Deep.

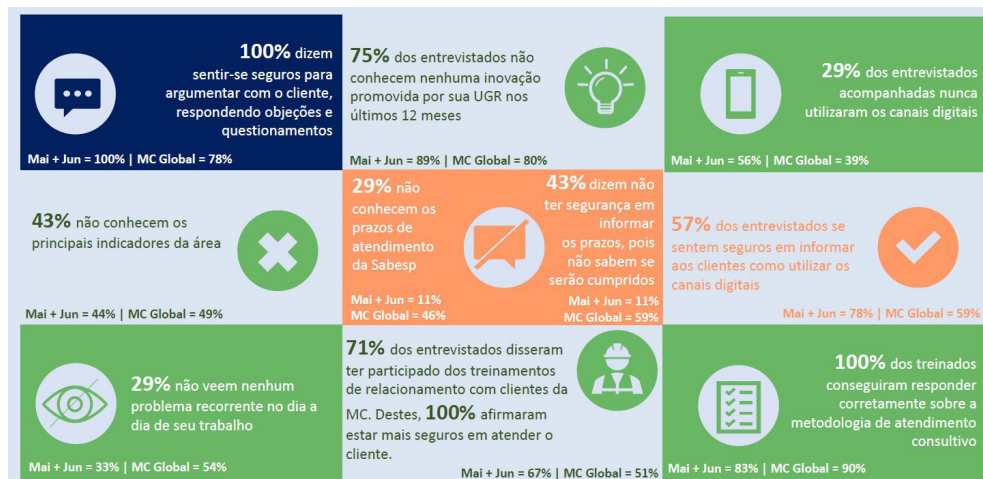


Figura 10: Percepção de valor do cliente interno 2021

Fonte: Deep.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O principal objetivo da prática do atendimento consultivo na UGR Jardins, permite nesta versão apresentada, de maneira segura para tomada de decisão, avaliar rapidamente os limites de cada sistema aliados à tendência na comunicação com o cliente. Desta forma, este programa tem permitido agilidade e melhorias no planejamento das ações de investimento em realizações de treinamentos para melhor atender o cliente, tais como priorização e direcionamento de implantações de ideias e inovações, de pesquisas com o cliente externo e interno. Assim por exemplo, avalia rapidamente os limites de cada sistema aliados ao melhor atendimento, o programa permitiu agilidade e melhorias no planejamento das ações.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho realizado, é possível constatar que o programa auxilia de forma significativa o atendimento consultivo, concentrando as informações necessárias agora, em uma só plataforma (Sonar) no Portal MC, agilizando seu acesso, facilitando altamente a tomada de decisões relativas a necessidade de ações cientes de melhoria. A utilização desta plataforma como procedimento de rotina para seu planejamento, inclui análises e discussões para direcionar melhor as ações, em reuniões técnicas, gerenciais e operacionais.

## REFERÊNCIAS

1. DEEP. <http://deepessoas.com.br/>.
2. ZENDESK. <https://www.zendesk.com.br/blog/atendimento-consultivo>.
3. SABESP, PORTAL MC. [10.7.172.44/PortalMC/Sonar.aspx](http://10.7.172.44/PortalMC/Sonar.aspx).
4. CCLI. <http://www.cclinet.com.br/noticia/atendimento-consultivo-entenda-mais-sobre/>.

# MAPEAMENTO E LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO PARA REGULARIZAÇÃO DE ÁREAS COM UTILIZAÇÃO DE DRONES

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Daniel Gomes da Rocha**

Graduado em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Internacional. Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Centro Universitário Internacional. Encarregado na SABESP-SP

### **Rodrigo de Araujo Balduino**

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade São Judas. Técnico em Sistemas de Saneamento na SABESP-SP

### **Cássio José Barth**

Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Braz Cubas. Pós-graduado em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo – USP. Gerente de Divisão na SABESP-SP

**RESUMO:** A redução de perdas de água é um desafio cotidiano para empresas de saneamento. Para a mitigação desse problema e melhoria dos indicadores de perdas acompanhados por essas empresas, são realizadas diversas práticas em várias frentes, uma das principais, é a redução de perdas através de regularização de áreas vulneráveis em função do grande impacto positivo em volumes, controle da pressão na rede, faturamento, e além de

tudo, responsabilidade social. Este trabalho visa o mapeamento rápido de áreas irregulares que passarão pelo processo de regularização e/ou acompanhamento de áreas já regularizadas, com a utilização de drones. Os dados planialtimétricos, obtidos a partir do levantamento aerofotogramétrico, poderão ser utilizados pelas áreas de manutenção, operação e engenharia para o desenvolvimento de estudos e projetos de abastecimento de água e coleta de esgoto, bem como na otimização da base cadastral da Companhia. Em relação às imagens aéreas, estas subsidiarão as áreas citadas anteriormente, acrescidas da área comercial para realização de estudos e acompanhamento da expansão territorial e demográfica das ocupações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drones, redução de perdas, regularização de áreas.

## INTRODUÇÃO

A operação de sistemas de abastecimento de água e a redução de perdas fazem parte da rotina das empresas de saneamento a nível mundial e são impactados diretamente pelo abastecimento irregular em comunidades

de baixa renda.

Na cidade de São Paulo, parte do percentual está concentrado nas comunidades que contam com ligações irregulares, em função de consumo desenfreado não contabilizado e alto número de vazamentos em função da baixa qualidade dos materiais empregados e métodos construtivos.

De acordo com a Secretaria Municipal de Habitação (SEHAB), a cidade de São Paulo possui o maior número de favelas do Brasil e através da tecnologia é possível atuar na regularização de áreas com a utilização de *drones* visando fornecer saneamento básico e qualidade de vida para estas pessoas carentes, assim como promover para a Companhia, maior controle dos sistemas de abastecimento, ganhos expressivos na redução de perdas de água e incremento no faturamento com maior celeridade e custo reduzido.

## OBJETIVO

O objetivo destes levantamentos com a utilização de *drones* é oferecer uma opção econômica e com maior agilidade no mapeamento das áreas a serem regularizadas, subsidiando ainda os projetos básicos das redes de abastecimento de água e coleta de esgoto.

O uso desses equipamentos para o levantamento planialtimétrico da área e coleta de imagens aéreas dinamiza a obtenção de dados que, após tratamento em escritório, serão utilizados para a contagem e classificação das edificações existentes, cadastro do sistema viário/acessos às moradias, assim como a identificação de lançamentos irregulares de esgoto nos corpos d'água. A partir destes dados é possível a realização de estudos de planejamento, elaboração de projetos básicos para implantação de redes de água e esgoto, assim como melhorar a logística de acesso durante as obras de implantação das redes.

## METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado um piloto na comunidade Demo Guidelli, localizada em área adjacente à Rua Professor Demo Guidelli no Setor de Abastecimento Cidade Tiradentes, zona leste de São Paulo, onde foi mapeada uma área de aproximadamente 7.000 m<sup>2</sup> e que possibilitou conhecer a tecnologia e a metodologia para posterior aplicação na comunidade Paiolzinho, que é composta pela junção das comunidades Japequino, Vaquejada, Vista Alegre e CDHU.

A comunidade Paiolzinho está localizada em área adjacente à Rua Inácio Monteiro (zona leste da cidade de São Paulo), na mesma região da comunidade Demo Guidelli e possui área aproximada de 780.000 m<sup>2</sup>.

O método tradicional para regularização de áreas consiste na escolha da área a ser regularizada, negociação com o poder concedente, reuniões com a liderança local, contagem manual das edificações, coleta das medidas de forma manual e levantamento

topográfico com equipamentos em solo. Para que todas estas etapas aconteçam, são necessários em média três meses até que todo o material esteja pronto.



Figura 1: Drones Mavic Pro 2 utilizados.

Fonte: Sabesp (2022)

Visando otimizar este processo, surgiu a oportunidade de parceria entre uma empresa de engenharia e a Sabesp, através da Unidade de Gerenciamento Regional (UGR) onde foram definidas algumas etapas, sendo estas:

- **Escolha da área a ser regularizada** - consiste na escolha de áreas consolidadas e passíveis de regularização com anuência do poder concedente.
- **Negociação com o poder concedente** - fase em que é fornecida a anuência para implantação de redes de abastecimento de água e coleta de esgoto.
- **Reunião com a liderança local** – ocasião em que são repassadas informações para a comunidade e é solicitado o apoio da liderança local para facilitar o acesso às áreas.
- **Agendamento da data** - devem ser levadas em consideração as condições climáticas e realizados os devidos comunicados para os moradores do local.
- **Plano de voo** - nesta fase deve-se realizar a solicitação de voo na Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), prever os pontos de apoio estratégicos em solo para as imagens, estudar as interferências como redes elétricas, edifícios, árvores, torres de comunicação e postes, além da escolha dos equipamentos adequados.
- **Levantamento e mapeamento** – etapa na qual se faz utilização de drones específicos, GPS estacionário GNSS e receptor GPS do tipo “Rover” conectado via rádio com o GPS estacionário.
- **Processamento das imagens** - é a fase final do levantamento e do

mapeamento. Neste momento as imagens são processadas em software específico para o fino ajuste das coordenadas geográficas, criação do Ortomosaico e o modelo digital do terreno.

- **Restituição** – consiste na restituição gráfica (vetorização) da ortofoto, a partir de software padrão “CAD”, dos principais elementos gráficos: construções e sistema viário utilizando como base o Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000, permitindo o posterior carregamento e atualização no sistema “SIG” da companhia.

A seguir são apresentadas algumas fotos obtidas durante as atividades do levantamento e obtenção dos dados em campo:



Figura 2: Equipe da MRTech Engenharia coletando ponto de apoio com receptor GPS do tipo “Rover”.

Fonte: Sabesp (2022)



Figura 3: Mangueiras das ligações clandestinas.

Fonte: Sabesp (2022)



Figura 4: Sincronização do drone para início do voo.

Fonte: Sabesp (2022)

## RESULTADOS

No dia 26 de março de 2022, as equipes da MRTech Engenharia e Sabesp realizaram levantamento aerofotogramétrico e restituição vetorial da área comunitária Paiolzinho (comunidades Japequino, Vaquejada, Vista Alegre e CDHU), obtendo-se os seguintes resultados:

- Ortofoto / Restituição

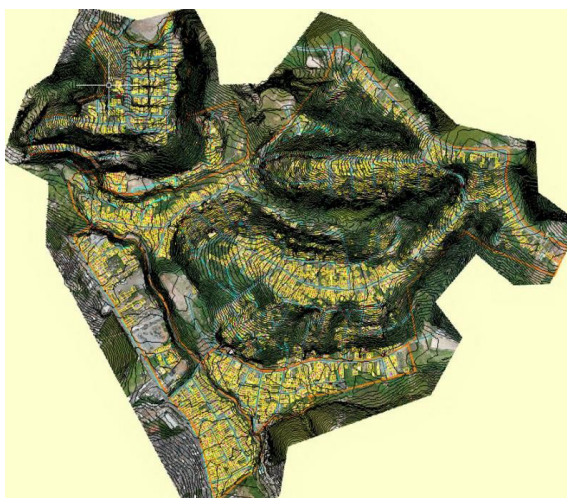


Figura 5: Base em formato CAD, restituída.

Fonte: Sabesp (2022)

Após a obtenção das 1295 fotos do levantamento aerofotogramétrico, foi realizado o tratamento das imagens em softwares específicos, incluindo o pós-processamento dos pontos de controle, tratamento da nuvem de pontos 3D e obtenção da ortofoto retificada utilizando como padrão o Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000. Os arquivos foram fornecidos nos formatos: .TIF e .ECW, permitindo o carregamento das imagens nos principais softwares de CAD e GIS disponíveis no mercado.



Figura 6: Restituição de vias com eixo e edificações (consolidadas x construção).

Fonte: Sabesp (2022)

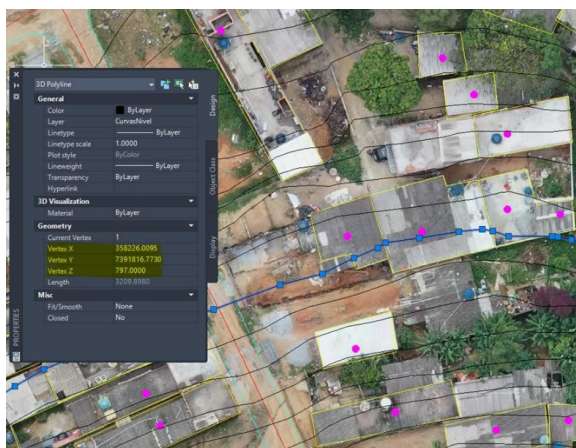


Figura 7: Planialtimetria – Curvas de nível.

Fonte: Sabesp (2022)

- Modelo Digital do Terreno

O Modelo Digital do Terreno (MDT), é um produto que representa uma parte da superfície da Terra considerando suas informações. Desta forma, considera altitudes



apresentando as cotas do terreno, do solo, sem considerar as construções, árvores e demais objetos acima do nível do terreno.

MDTs podem ser aplicados para a realização de estudos de relevo, declividade, cálculos hidrográficos, atividades em que sejam necessárias as informações do terreno.

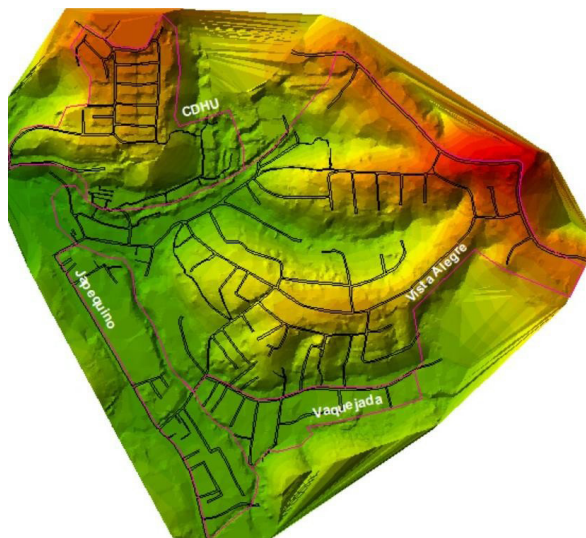


Figura 8: Modelo digital do Terreno. Fonte: Sabesp (2022) Tabela 1: Quadro de áreas.

Fonte: Sabesp (2022)

Nome	Área (m <sup>2</sup> )	Hectares (ha)
CDHU	137.314,00	13,73
Japequino	90.149,40	9,01
Vaquejada	52.837,20	5,28
Vista Alegre	501.797,00	50,18
Total	782.097,60	78,21

Tabela 1: Quadro de áreas.

Fonte: Sabesp (2022)



Figura 9: Delimitações das construções.

Fonte: Sabesp (2022)

Nome	Construções (un)
CDHU	416
Japequino	479
Vaquejada	272
Vista Alegre	1.612
Total	2.779

Tabela 2: Quadro quantitativo de construções mapeadas.

Fonte: Sabesp (2022)



Figura 10: Extensão de vias existentes.

Fonte: Sabesp (2022)

Nome	Extensão Vias (km)
CDHU	3,01
Japequino	1,46
Vaquejada	1,31
Vista Alegre	9,49
Total	15,27

Tabela 3: Quadro quantitativo viário existente.

Fonte: Sabesp (2022)

Nome	Área (m <sup>2</sup> )	Custo por m <sup>2</sup> (R\$)	Custo total (R\$)
CDHU	137.314,00	0,10	14.299,18
Japequino	90.149,40	0,16	14.229,60
Vaquejada	52.837,20	0,22	11.858,00
Vista Alegre	501.797,00	0,05	25.240,60
Total	782.097,60	0,08	65.627,38

Tabela 4: Quadro de custos com o levantamento.

Fonte: Sabesp (2022)



Figura 11: Visita técnica (Sabesp, MRTech Engenharia e liderança comunitária) .

Fonte: Sabesp (2022)

## CONCLUSÕES

O mapeamento, cadastro e levantamento planialtimétrico realizado na área objeto deste trabalho mostrou-se eficaz para a Companhia, pois otimizou o tempo em relação ao levantamento tradicional realizado nas áreas de comunidades e a qualidade dos produtos fornecidos. Nesta fase foi possível aferir uma redução de 90% do tempo para obtenção dos produtos em relação ao método tradicional.

Dada a precisão deste levantamento, o mesmo foi encaminhado para a realização

de projetos básicos das redes de abastecimento de água e coleta de esgoto pelas equipes de engenharia da Unidade de Negócio, que atualmente realizam vistorias técnicas na área juntamente com equipe técnica da empresa gerenciadora para viabilizar o desenvolvimento dos projetos para posterior regularização da área com investimentos internacionais.

## REFERÊNCIAS

1. ABNT, Norma Brasileira NBR 12218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Julho, 1994
2. TSUTIYA, M. T. (2005). *Abastecimento de Água*, 2ª Edição, São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 643 p.
3. SEHAB, Secretaria Municipal de Habitação. Disponível em <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/habitacao>. Acesso em: 20 mai. 2022.

# UMA ANÁLISE SOBRE AS PRINCIPAIS ANOMALIAS ENCONTRADAS NA BARRAGEM DE LUCRÉCIA, NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Eduardo Barcelos Bontempo Filho**

Geólogo e pesquisador do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN)  
Natal-RN

<http://lattes.cnpq.br/8631229192398348>

### **Fernanda Morais Lima**

Engenheira civil e pesquisadora do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN)  
Natal-RN

<http://lattes.cnpq.br/2990410745255258>

### **Vera Lucia Rodrigues Cirilo**

Engenheira Agrônoma do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN)  
Natal-RN

<http://lattes.cnpq.br/4696561009045588>

**RESUMO:** Este trabalho tem como finalidade apresentar as principais anomalias detectadas na Barragem de Lucrécia, construída e vistoriada no Estado do Rio Grande do Norte, além de propor melhorias nas condições adversas encontradas. Essas anomalias apresentadas são resultados das fiscalizações realizadas por técnicos do setor de Segurança de

Barragens do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) para classificação da barragem quanto à sua segurança como obra de contenção de volume de água e eventual aspectos que estejam em desacordo com as normas de segurança de barragens. Essa barragem tem sofrido com as ações do tempo e apresentou indicativos de instabilidade nos dois barramentos, após visita dos consultores do Painel de Segurança de Barragens contratados pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, em meados de 2019. As vistorias realizadas pela equipe técnica do IGARN consistiram na avaliação da crista, dos taludes de jusante e montante, da tomada d'água, do vertedouro e da área a jusante da barragem, quanto a possíveis erosões, afundamentos, falhas, fissuras e manutenção do maciço da barragem como um todo. Além disso, o IGARN vem monitorando a situação da barragem através de onze piezômetros (sendo cinco na barragem principal e seis na barragem auxiliar), equipamentos capazes de medir e avaliar a infiltração da água nos dois barramentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** AVALIAÇÃO;  
CLASSIFICAÇÃO; FISCALIZAÇÃO;  
MONITORAMENTO; SEGURANÇA.

## ANALYSIS OF THE MAIN ANOMALIES FOUND AT THE LUCRÉCIA DAM, IN THE STATE OF RIO GRANDE DO NORTE, BRAZIL

**ABSTRACT:** This work aims to present the main anomalies detected in the Lucrecia Dam, built and inspected in the State of Rio Grande do Norte, in addition to proposing improvements in the adverse conditions encountered. These anomalies presented are the result of inspections carried out by technicians from the Dam Safety sector of the Rio Grande do Norte State Water Management Institute (IGARN) to classify the dam in terms of its safety as a work to contain a volume of water and eventual aspects that are at odds with dam safety standards. This dam has suffered from the effects of time and showed signs of instability in both dams, after a visit by consultants from the Dam Safety Panel hired by the Government of the State of Rio Grande do Norte, in mid-2019. The inspections carried out by the technical team of the IGARN consisted of evaluating the crest, the downstream and upstream slopes, the water intake, the spillway and the area downstream of the dam, regarding possible erosions, sinking's, failures, cracks and maintenance of the dam massif as a whole. In addition, IGARN has been monitoring the situation at the dam using eleven piezometers (five at the main dam and six at the auxiliary dam), equipment capable of measuring and assessing water infiltration into the two dams.

**KEYWORDS:** EVALUATION; CLASSIFICATION; OVERSIGHT; MONITORING; SAFETY.

### 1 | INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, as barragens vêm desenvolvendo um papel social importante no sentido de promover a garantia de abastecimento de água e segurança de várias populações seja no cenário nacional ou mundial. No entanto, para o mínimo entendimento dos assuntos relacionados a estas barreiras artificiais que necessitam cada vez mais de métodos eficazes de segurança, é importante primeiramente entender o que vem a ser uma barragem (SAMPAIO, 2014).

Barragens são elementos estruturais, construídos transversalmente à direção de escoamento de rios, e são destinadas à criação de um reservatório artificial para acumulação de água (CHIOSSI, 2013). Sendo a água essencial para a grande maioria das atividades humanas, as barragens desempenham importante papel no desenvolvimento socioeconômico de uma região, especialmente daquelas que apresentam disponibilidade hídrica restrita, como é o caso do semiárido do Nordeste.

Atualmente, as principais discussões acerca das barragens estão relacionadas aos seus aspectos gerenciais: projetos, construção e manutenção, tendo como foco, a segurança, uma vez que, cada barragem apresenta um risco inerente à população localizada à jusante, tendo em vista o grande poder destrutivo da massa de água que pode ser liberada no caso de um colapso do barramento, poder este tanto maior quanto maior for à barragem e seu volume acumulado (SAMPAIO, 2014).

Com a criação da Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB e criou o Sistema Nacional de

Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB, sendo considerada uma legislação recente que ainda se encontra em fase de implantação, tendo sido motivada apenas após a ocorrência de grandes acidentes no país, perdurando sua promulgação por quase sete anos. Contudo, apesar da Lei Federal completar dez anos em 2020, os marcos regulatórios estaduais são ainda mais recentes, inclusive, havendo diretrizes do ano de 2020, enquanto alguns estados ainda nem regulamentam todos os instrumentos da PNSB (ANDRETTA, 2020).

Assim, é imprescindível conhecer e que sejam tomadas todas as medidas necessárias para reduzir o risco de ruptura, seja na fase de projeto, execução e operação. A presente pesquisa busca compilar os fatores envolvidos na segurança de barragens e a qual garantem sua eficiência e segurança com relação aos riscos envolvidos.

## 1.1 Justificativa

As justificativas para a elaboração desta pesquisa são fundamentadas: no reconhecimento do elevado nível de problemas, responsável pelo estado geral de abandono de milhares de barragens brasileiras, com vulnerabilidades latentes em projetos, construção e operação de estruturas existentes; e na detecção de um indicativo de instabilidade nos dois barramentos da Barragem de Lucrécia-RN, bem como a recomendação da realização de obras complementares pelos consultores do Painel de Segurança contratados pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, em maio de 2019.

Dessa maneira, crescem as demandas por estudos que visem resguardar o uso e preservação dos recursos naturais. Assim, as atividades de planejamento, licenciamento, fiscalização e monitoramento dos recursos hídricos e meio ambiente têm sido exponencialmente acrescidos para atender tais necessidades.

## 2 | OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo geral, analisar os principais tópicos relacionados ao Plano de Segurança de Barragem, de acordo com a Portaria do IGARN, nº 10, de 16 de novembro de 2017. Além disso, os objetivos específicos foram: Avaliar qualquer deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa afetar a segurança da barragem; Classificar a Categoria de Risco da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente, levando-se em conta as características técnicas, estado de conservação e Plano de Segurança da Barragem; Classificar o Dano Potencial Associado (DPA): dano que pode ocorrer devido a rompimento ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a serem graduados de acordo com as perdas de vidas humanas, impactos sociais, econômicos e ambientais.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A barragem foi classificada conforme o quadro disposto na Figura 1, segundo a Categoria de Risco e o Dano Potencial Associado (DPA). É importante ressaltar que, a classificação da barragem poderá ser atualizada em decorrência da alteração de suas características ou da ocupação do vale a jusante que requeiram a revisão da Categoria de Risco ou do DPA da barragem.

QUADRO PARA CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS PARA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E REJEITOS		
NOME DA BARRAGEM		
NOME DO EMPREENDEDOR		
DATA		
<b>1.1 - CATEGORIA DE RISCO:</b>		
Categoria de risco		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	
2	Estado de Conservação (EC)	
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	
<b>PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS</b>		
	CATEGORIA DE RISCO	CRI
Faixas de Classificação	Alto	>60 ou EC=10
	Médio	35 a 60
	Baixo	≤35
(*) Pontuação (10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.		
<b>1.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO:</b>		
	DANO (DPA) DANO POTENCIAL ASSOCIADO	PONTOS
Faixas de Classificação	Alto	> 13
	Médio	7 < DPA < 13
	Baixo	<7
RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:		
CATEGORIA DE RISCO: Alto / Médio / Baixo		
DANO POTENCIAL ASSOCIADO: Alto / Médio / Baixo		

Figura 1 – Esquema proposto para avaliação do potencial de risco.

Fonte: IGARN (2022).

Portanto, é uma metodologia que apresenta uma Matriz de Classificação, que relaciona a classificação quanto à Categoria de Risco e quanto ao Dano Potencial Associado, com o objetivo de estabelecer a necessidade de elaboração do Plano de Ação de Emergência - PAE, a periodicidade das Inspeções de Segurança Regular – ISR, as situações em que deve ser realizada obrigatoriamente Inspeção de Segurança Especial - ISE, e a periodicidade da Revisão Periódica de Segurança de Barragem – RPSB.

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

Construída em 1934, a barragem de Lucrécia tem sofrido com as ações do tempo e apresentou indicativos de instabilidade nos dois barramentos, após visita dos consultores do Painel de Segurança de Barragens contratados pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, em maio de 2019. A barragem localiza-se no extremo oeste do estado do Rio Grande do Norte, 500 metros ao sul do centro do município de Lucrécia, e possui capacidade máxima de aproximadamente 24.755 m<sup>3</sup> e com uma área de 544,21 ha, está na mesorregião Central Potiguar e pertence à Bacia Hidrográfica do Apodi/Mossoró (Figura 2). O Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) vem monitorando a situação da barragem através de 11 piezômetros (sendo 5 na



barragem principal e 6 na barragem auxiliar), equipamentos capazes de medir e avaliar a infiltração da água nos dois barramentos (Figuras 3 e 4). O volume de água armazenado, as precipitações pluviométricas e comportamento da estrutura dos maciços vêm sendo monitorado também. (SEARH, 2021).

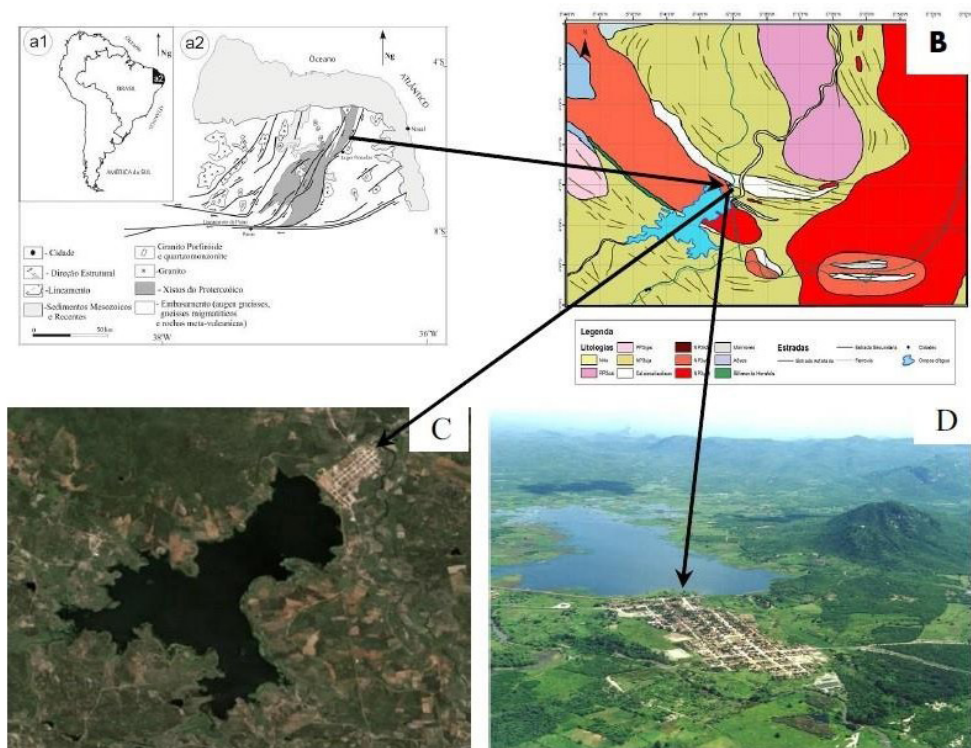


Figura 2 – A) a1: Localização de Lucrécia da Província Borborema, a2) Mapa geológico da região do Seridó;

B) Mapa geológico da região de Lucrécia; C) Imagem de satélite do Município de Lucrécia ; e D) Fotografia aérea demonstrando as serras do entorno do reservatório e a área urbana do município de Lucrécia-RN.

Fonte: Campos et al. (2013).



Figura 3 – Os cinco piezômetros instalados na barragem principal.

Fonte: Google Earth.



Figura 4 – Os seis piezômetros instalados na barragem auxiliar.

Fonte: Google Earth.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa, os autores se dirigiram ao município de Lucrécia/RN com o objetivo de fazer as vistorias de segurança na barragem. Essas vistorias têm por finalidade

atender as recomendações feitas ao Projeto Governo Cidadão, conforme reunião virtual realizada no dia 10/03/2021 com a presença do Painel de Segurança de Barragens, Banco Mundial, SEMARH e IGARN. O Painel de Segurança de Barragem recomendou que fossem feitas inspeções semanais e obtenção de informações atualizadas da Barragem de Lucrécia com leituras diárias dos piezômetros. Estas recomendações foram incorporadas ao plano de segurança e monitoramento estabelecidos pelo IGARN.

O monitoramento da barragem é feito com relação à sua segurança, obra de contenção de volume de água e também relacionado aos eventuais aspectos que estejam em desacordo com as normas de segurança de barragem. A vistoria consiste na avaliação da crista, dos taludes de jusante e montante, da tomada d'água, do vertedouro, da área a jusante da barragem e monitoramento dos piezômetros. Também são vistoriadas possíveis anomalias encontradas tais como: erosões, afundamentos, falhas, fissuras e a manutenção do maciço da barragem como um todo.

Com base no artigo 7º da lei no 12.334, de 20 de setembro de 2010, o IGARN classificou a barragem, na categoria de dano potencial associado ALTO, e categoria de risco ALTO, conforme critérios adotados pela resolução nº 143, de 10 de julho de 2012, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. De acordo com a matriz de categoria de risco e dano potencial associado, constante no anexo I da portaria IGARN nº 10, a barragem se classifica na CLASSE A.

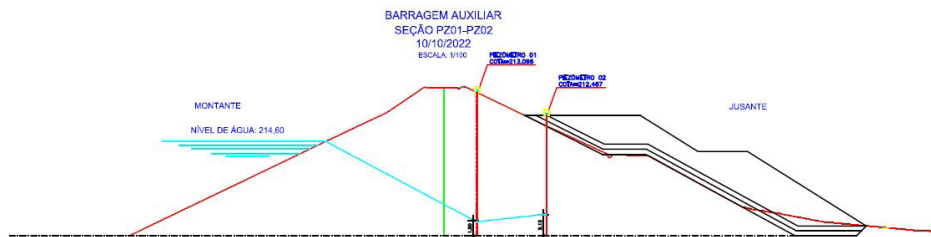
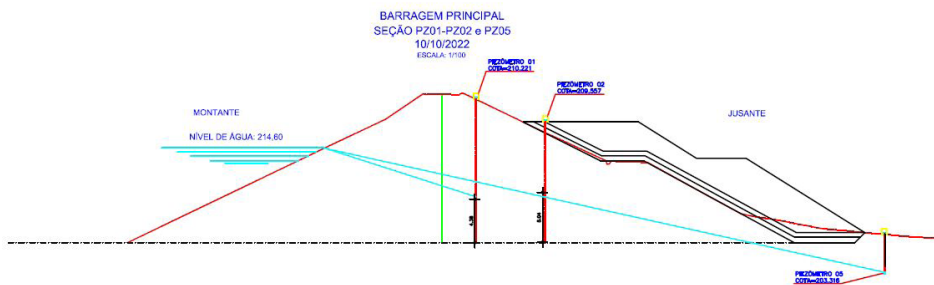
Com relação ao monitoramento dos piezômetros, este é realizado pela leitura dos níveis de água com o uso de um sensor elétrico (Figura 5). As vistorias e os dados levantados revelam que:

- De acordo com os gráficos comparativos dos níveis de água, no período do levantamento, verificou-se que não teve mais elevação significativa do nível (Figura 6 e 7);
- Não foi registrado mais chuvas na região, com isso os piezômetros da barragem tiveram rebaixamento;
- Foi constatado que na tomada d'água não está saindo água, acredita-se que esta esteja entupida a montante;
- Verificou-se próximo ao pé de jusante da barragem auxiliar, aonde foram instalados os poços de alívio, a presença de uma presença de carreamento de material/surgência (Figura 8 e 9);
- Verificou-se também que foi feita uma limpeza superficial nos taludes de montante e jusante das barragens, tanto na auxiliar quanto na principal;
- Foi observada a abertura do vertedouro (Figura 10), garantindo a segurança da obra.



Figura 5 – Realização da leitura do nível de água com o uso de um sensor elétrico no piezômetro 5 da barragem principal.

Fonte: Acervo dos autores.



Figuras 6 e 7 – Níveis de água dos piezômetros instalados no maço principal e auxiliar da barragem.

Fonte: Acervo dos autores.



Figuras 8 e 9 - Registro dos poços de alívio da barragem auxiliar, aonde foi observado a presença de carreamento de material / surgência.

Fonte: Acervo dos autores.



Figura 10 – Obra de abertura do vertedouro, aonde pode ser analisada a geologia local, com a presença de duas litologias (granito e gnaixe) diferentes.

Fonte: Acervo dos autores.

## 5 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir com esta análise que a pesquisa indicou as principais anomalias identificadas na barragem através das vistorias que foram realizadas.

A vistoria e os dados levantados sugerem algumas conclusões / recomendações para garantir a segurança da Barragem de Lucrécia:

- Além da manutenção do monitoramento piezométrico, com leituras semanais, é importante que seja realizado o monitoramento topográfico também;
- Inclusão de mais um piezômetro nas proximidades da estaca 9, ponto de surgência de água no pé da jusante;
- Realocação do piezômetro 5 da barragem principal (Figura 5), para evitar danos durante as obras de recuperação da barragem à jusante;
- Acompanhamento das ações do Plano de Ação de Emergência (PAE);
- Criação de uma memória do processo de implantação das obras da barragem.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto de Gestão de Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN), em especial ao eterno professor Antonio Marozzi Riguetto, pelos ensinamentos na área de segurança de barragens, e legado que foi deixado com a sua partida. Eduardo e Fernanda agradecem também à Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN), por financiar o projeto através da bolsa de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANDRETTA, A. B. 2020. Avaliação comparativa dos marcos regulatórios estaduais de segurança de barragens de usos múltiplos do Brasil. Dissertação (Mestrado em Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

CAMPOS, T. F. C., PETTA, R. A., PASTURA, V. F., SICHEL, S. E., MOTOKI, A., MALANCA, A.

2013. O gás radônio doméstico e a radioatividade natural em terrenos metamórficos: o caso do município de Lucrécia (Rio Grande do Norte, Brasil). *Geologia*, v.26, n.02.

CHIOSSI, N. 2013. *Geologia de Engenharia*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 424p.

SAMPAIO, M. V. N. 2014. Segurança de barragens de terra: um relato da experiência do Piauí. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará.

SEARH – Secretaria de Administração e dos Recursos Humanos. Situação Volumétrica de Reservatórios do RN. Disponível em: <<http://sistemas.searh.rn.gov.br/monitoramentovolumetrico>>. Acesso em: 20 de set 2021.

**RAMIRO PICOLI NIPPES** - Possui graduação em Engenharia Química com ênfase em meio ambiente pela Faculdades Integradas de Aracruz (2013). Obteve seu mestrado na área de gestão, controle e preservação ambiental (2016) e doutorado na área de catálise, reatores e cinética (2021) pelo programa de pós-graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Pós-doutorado na Universidade Estadual de Maringá na área de catálise heterogênea, em projeto financiado pela Fundação Araucária (NAPI-Hidrocarbonetos Renováveis), no desenvolvimento de catalisadores para síntese Fischer-Tropsch. O segundo Pós-doutoramento está sendo realizado na Universidade Federal no Paraná (UFPR) no Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, trabalhando com a produção de biocombustíveis por meio da síntese Fischer-Tropsch. Principais áreas de atuação: catálise heterogênea, cinética, fotocatálise, adsorção, catálise ambiental, processos oxidativos avançados (POAs).

**A**

Abastecimento de água 12, 13, 14, 20, 31, 81, 89, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 129, 144, 145, 146, 153

Acordo setorial 33, 35, 36, 37, 41, 44, 45, 46

Adutoras 47, 48, 67

Água 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 43, 44, 47, 54, 55, 62, 63, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 88, 89, 91, 94, 96, 97, 98, 103, 104, 110, 113, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 129, 132, 134, 135, 136, 138, 144, 145, 146, 153

Águas pluviais 24, 29, 31, 106, 116, 123

Alagamentos 106, 107, 108, 111, 113, 114, 115

Atendimento consultivo 135, 136, 137, 138, 142, 143

Avaliação 4, 30, 44, 45, 47, 52, 56, 70, 78, 79, 88, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 116, 133, 134, 154, 157, 160, 163

**B**

Bacias hidrográficas 1, 2, 8, 9, 10, 69, 107

**C**

Caixa termoplástica 12, 13, 16, 18

Classificação 79, 102, 109, 110, 116, 145, 154, 157

Clientes 12, 19, 135, 136, 137, 138, 140, 141

Coliformes termotolerantes 68, 72, 75, 76, 77, 78

Consciência ambiental 2, 11, 93

**D**

Dados planialtimétricos 144

Desenvolvimento urbano 21, 90, 118, 123, 134

Disposição final inadequada 33

Distribuição de água 12, 13, 20, 24, 25, 28, 29, 30, 79, 80, 120, 153

Drones 144, 145, 146

**E**

Educação ambiental 1, 2, 3, 4, 6, 11, 33, 36, 44, 45

Esgotamento sanitário 25, 26, 30, 117, 120, 122, 123, 129, 133



**F**

Fiscalização 16, 78, 96, 115, 126, 128, 154, 156

**G**

Geoprocessamento 106, 107

Gestão de perdas 12

**H**

Hidrologia 106, 116

**I**

Impactos ambientais 88, 89, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 103

Integridade 47

**L**

Logística reversa 33, 35, 36, 38, 39, 44, 45, 46

**M**

Marco regulatório 119, 120, 130

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 7, 8, 12, 38, 39, 44, 45, 68, 70, 78, 79, 88, 89, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 118, 119, 120, 127, 133, 134, 164

Micro-vazamentos 47

Mitigação 96, 99, 144

Monitoramento 14, 17, 47, 48, 67, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 96, 116, 154, 156, 160, 163, 166

**O**

Otimização 80, 81, 144

**P**

Política ambiental 117

Potabilidade 21, 23, 76

**R**

Reciclagem 33, 34, 35, 36, 40, 41, 96, 97, 99, 100, 101

Recursos hídricos 2, 3, 21, 22, 30, 32, 68, 70, 89, 104, 123, 125, 126, 130, 131, 133

Redução de perdas 126, 144, 145

Regularização de áreas 144, 145

Resíduos sólidos urbanos 33, 39, 41, 45

**S**

Saneamento básico 68, 70, 71, 78, 110, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 145

Saúde ambiental 117

Segurança 19, 22, 30, 50, 82, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163

Sustentabilidade 11, 22, 34, 43, 46, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 116, 127

**T**

Treinamentos 135, 137, 138, 143

**U**

Urbanização 68, 95, 106, 107, 110, 115, 118, 120, 121, 127, 131

**V**

Válvulas 12, 13, 29, 50, 81

Vazamentos 12, 47, 48, 49, 51, 52, 67, 145

Ventosa 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 50

Verificação 17, 64, 83, 85, 89, 110

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

# RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

# RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

- 🌐 [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)