

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

conceitos
fundamentais e
aplicações práticas

Atena
Editora
Ano 2023

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

conceitos
fundamentais e
aplicações práticas

 **Atena**
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

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-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

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

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

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

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

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

Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª 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

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

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

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

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá

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

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

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

Engenharia sanitária e ambiental: conceitos fundamentais e aplicações práticas

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
E57	<p>Engenharia sanitária e ambiental: conceitos fundamentais e aplicações práticas / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1992-1 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.921232212</p> <p>1. Engenharia sanitária e ambiental. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

O e-book: “Engenharia Sanitária e Ambiental: conceitos fundamentais e aplicações práticas” é composto por seis capítulos de livros que investigaram a poluição e gestão dos recursos hídricos, impactos ao meio ambiente e na qualidade de vida da sociedade.

O primeiro capítulo investigou os índices de perdas de águas, a partir da implantação de um programa de substituição preventiva de hidrômetros com defeitos, cujos resultados apontam para a redução das perdas aparentes e aumento de arrecadação nas receitas. O capítulo 2 avaliou um instrumento fomentador capaz de trabalhar a consciência e ações voltadas a atenção dos impactos causados pela ausência e precariedade do saneamento básico no Brasil e como este cenário influencia nas mudanças climáticas que vem ocorrendo, cabendo ao poder público e a iniciativa privada preconizarem o que se encontra estabelecido na Agenda 2030.

O terceiro capítulo se propôs a apresentar um projeto de moradias sustentáveis com estruturas hidrossanitárias, a fim de reduzir o impacto ambiental e prevenir a população de inúmeras doenças veiculadas pelos recursos hídricos. O capítulo 4 investigou o crescimento urbano desordenado associado a degradação dos ecossistemas de manguezais existentes na Região de Aracaju/SE, sendo constatado, pelos autores, que a rede de esgoto precária associado a ausência de conscientização ambiental da população, são os principais fatores que contribuem para os impactos ambientais nos mangues.

O quinto capítulo estudou os impactos ambientais ocorridos em uma mata ciliar na área urbana da cidade de Manaus/AM, em virtude da construção de um empreendimento de propriedade particular na região do Igarapé, sendo o maior responsável pelos danos em relação a alteração de parâmetros físico-químico, surgimento de voçorocas e prejuízos a fauna e à flora à montante do leito do Igarapé. Por fim, o sexto capítulo apresenta a proposta de desenvolver um projeto de revitalização de cursos d’água no Igarapé do Gigante no trecho Jardim Versalhes situado na Zona Centro-Oeste de Manaus/AM, tendo realizado um estudo comparativo com outros dois Igarapés na capital do Amazonas.

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

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

CAPÍTULO 1 1

METODOLOGIA DE CONTROLE E ACOMPANHAMENTO DOS RESULTADOS DA CORRETA APLICAÇÃO DE HIDRÔMETROS, PARA GARANTIR O ALCANCE DAS METAS DOS PROGRAMAS DE SUBSTITUIÇÃO PREVENTIVA DE MEDIDORES, COMO ESTRATÉGIA PARA MELHORIA DOS RESULTADOS DAS AÇÕES DE COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA EM EMPRESAS DE SANEAMENTO

Leonardo Vieira Rocha da Silva
 Fernando Mendes de Almeida
 Luiz Fernando Almeida Resende
 Valter de Souza Lucas Júnior
 Vantuir Ribeiro da Costa
 Rosária Emília Lopes Pinto
 Wellington Jorge Santos
 Saulo Soares Condé Júnior
 Cibele Câmara Fróes
 Leonardo Luiz Félix Vieira
 Felipe Marchisotti de Souza
 Vanessa Ornelas Silva Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9212322121>

CAPÍTULO 2 9

IMPACTOS E VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTES DA AUSÊNCIA OU DA PRECARIIDADE DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO, DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E DOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ZONA COSTEIRA

Flávia Rebelo Mochel
 Josélia Castro da Silva Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9212322122>

CAPÍTULO 324

PROJETO “MORADIA SUSTENTÁVEL” PARA ZONAS RURAIS DO ESTADO DO AMAZONAS

José Francisco Aleixo da Silva
 João Bosco Chamma

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9212322123>

CAPÍTULO 428

PROJETO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS, PASSIVOS E DANOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DE ARACAJU

Josimar Ribeiro de Almeida
 Cleber Vinicius Akita Vitorio
 Patrícia dos Santos Matta
 Tetyana Gurova
 Tatiana Santos da Cunha
 Oscar Rocha Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9212322124>

CAPÍTULO 539**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM UMA MATA CILIAR NA CIDADE DE MANAUS**

Josimar Ribeiro de Almeida

Gustavo Aveiro Lins

Patrícia dos Santos Matta

Tetyana Gurova

Tatiana Santos da Cunha

Cleber Vinicius Akita Vitorio

Oscar Rocha Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9212322125>**CAPÍTULO 653****TRATAMENTO DO IGARAPÉ DO GIGANTE TRECHO JARDIM VERSALHES POR MEIO DO SISTEMA DE LODOS ATIVADO**

Dianne Tainah Costa dos Santos

Ana Maria Dias da Silva Lucena

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9212322126>**SOBRE O ORGANIZADOR68****ÍNDICE REMISSIVO69**

CAPÍTULO 1

METODOLOGIA DE CONTROLE E ACOMPANHAMENTO DOS RESULTADOS DA CORRETA APLICAÇÃO DE HIDRÔMETROS, PARA GARANTIR O ALCANCE DAS METAS DOS PROGRAMAS DE SUBSTITUIÇÃO PREVENTIVA DE MEDIDORES, COMO ESTRATÉGIA PARA MELHORIA DOS RESULTADOS DAS AÇÕES DE COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA EM EMPRESAS DE SANEAMENTO

Data de submissão: 29/09/2023

Data de aceite: 01/12/2023

Leonardo Vieira Rocha da Silva

Faculdade Pitágoras
Belo Horizonte – MG
www.linkedin.com/in/leonardo-silva-752813236

Fernando Mendes de Almeida

Faculdade Pitágoras
Belo Horizonte – MG
<https://br.linkedin.com/in/fernando-mendes-de-almeida-48678867>

Luiz Fernando Almeida Resende

PUC-MG
Belo Horizonte – MG
<https://www.linkedin.com/in/luizfernandoresende>

Valter de Souza Lucas Júnior

Centro Universitário Metodista Izabela
Hendrix
Belo Horizonte – MG
<http://lattes.cnpq.br/1894630192103326>

Vantuir Ribeiro da Costa

PUC-MG
Belo Horizonte – MG
[linkedin.com/in/vantuir-ribeiro-da-costa-0270b2ba](https://www.linkedin.com/in/vantuir-ribeiro-da-costa-0270b2ba)

Rosária Emília Lopes Pinto

Universidade Santa Cecília (UNISANTA)
Santos – SP
<https://orcid.org/0009-0002-1407-4724>

Wellington Jorge Santos

Universidade FUMEC
Belo Horizonte – MG
<https://www.linkedin.com/in/wellington-jorge-3b74b673/>

Saulo Soares Condé Júnior

Escola de Engenharia Kennedy
Belo Horizonte – MG
<https://www.linkedin.com/in/saulo-soares-cond%C3%A9-junior-318251aa/>

Cibele Câmara Fróes

Universidade Federal de Minas Gerais –
UFMG
Belo Horizonte – MG
<https://www.linkedin.com/in/cibele-froes-5511ab116/>

Leonardo Luiz Félix Vieira

Centro Universitário Metodista Izabela
Hendrix
Belo Horizonte – MG
www.linkedin.com/in/leonardo-felix-vieira-3bbb9799/

Felipe Marchisotti de Souza

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte – MG

<https://www.linkedin.com/in/felipe-marchisotti-37642b25>

Vanessa Ornelas Silva Fernandes

CEFET MG

Belo Horizonte – MG

www.linkedin.com/in/vanessa-ornelas-s-fernandes-03496b264

RESUMO: A eficiência da micromedição em uma empresa de saneamento é um dos principais fatores que contribuem com a redução dos índices de perdas de água por submedição. Para se alcançar a eficiência do parque de medidores, além das ações imediatas de substituição dos hidrômetros que apresentam defeitos e impedimentos de leitura, é fundamental a adoção de um programa de substituição preventiva, que busque a melhoria da qualidade da medição. Normalmente, as empresas de saneamento já vêm adotando critérios rígidos para o estabelecimento de um programa de substituição, em função das características técnicas do medidor, do histórico de consumo do cliente e do tempo de instalação. Porém, para se alcançar plenamente as metas definidas de redução das perdas por submedição, é fundamental o estabelecimento de mecanismos rigorosos de monitoramento e controle das atividades de aplicação dos hidrômetros, de forma a garantir que todos aqueles hidrômetros definidos pela metodologia do planejamento sejam efetivamente substituídos, garantindo assim, o sucesso do objetivo maior, que é a redução das perdas aparentes.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Hidrômetros, Hidrometria, Submedição, Perdas, Business Intelligence.

METHODOLOGY FOR CONTROL AND MONITORING THE RESULTS OF THE CORRECT APPLICATION OF WATER METERS, TO GUARANTEE THE TARGETS OF PREVENTIVE METER REPLACEMENT PROGRAMS, AS A STRATEGY, TO IMPROVE THE RESULTS OF ACTIONS TO COMBAT WATER LOSSES IN SANITATION COMPANIES

ABSTRACT: The efficiency of micro-metering in a sanitation company is one of the main factors that contribute to reducing water loss rates due to under-metering. To achieve the efficiency of the meter park, in addition to immediate actions to replace water meters that have defects and are unable to read, it is essential to adopt a preventive replacement program, which seeks to improve measurement quality. Normally, sanitation companies have already adopted strict criteria for establishing a replacement program, depending on the technical characteristics of the meter, the customer's consumption history and installation time. However, to fully achieve the defined goals of reducing losses due to under-metering, it is essential to establish rigorous mechanisms for monitoring and controlling water meter application activities, in order to ensure that all water meters defined by the planning methodology are effectively replaced., thus ensuring the success of the main objective, which is the reduction of apparent losses.

KEYWORDS: Management of Hydrometers, Hydrometry, Sub-Measuring, Losses, Business

Intelligence.

INTRODUÇÃO

A eficiência da micromedição em uma empresa de saneamento é um dos principais fatores que contribuem com a redução dos índices de perdas de água por submedição. Para se alcançar a eficiência do parque de medidores, além das ações imediatas de substituição dos hidrômetros que apresentam defeitos e impedimentos de leitura, é fundamental a adoção de um programa de substituição preventiva, que busque a melhoria da qualidade da medição. Normalmente, as empresas de saneamento já vêm adotando critérios rígidos para o estabelecimento de um programa de substituição, em função das características técnicas do medidor, do histórico de consumo do cliente e do tempo de instalação. Porém, para se alcançar plenamente as metas definidas de redução das perdas por submedição, é fundamental o estabelecimento de mecanismos rigorosos de monitoramento e controle das atividades de aplicação dos hidrômetros, de forma a garantir que todos aqueles hidrômetros definidos pela metodologia do planejamento sejam efetivamente substituídos, garantindo assim, o sucesso do objetivo maior, que é a redução das perdas aparentes.

OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia de controle da atividade de substituição de hidrômetros pelo Programa de Melhoria da Qualidade da Micromedição, a partir do monitoramento individual de cada um dos hidrômetros selecionados pela metodologia aplicada no planejamento, confrontando as informações com os registros de movimentação de hidrômetros, de forma a garantir que todos eles sejam contemplados na substituição e evitando que sejam substituídos hidrômetros que não apresentam as características estabelecidas pelo programa.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para garantir a eficiência do Programa de Melhoria da Qualidade da Micromedição, são utilizadas ferramentas de modelagem de dados em plataforma que utiliza metodologias de Business Intelligence – BI, que permite estabelecer o Planejamento Anual de Substituição de Hidrômetros, a partir dos critérios adotados, em função das características técnicas do medidor, do histórico de consumo do cliente e do tempo de instalação.

O Planejamento Anual de Substituição de Hidrômetros inclui a segmentação dos hidrômetros a serem contemplados, distribuídos por regionalização (unidade de negócio, gerência regional, localidade, setor rota e zona de abastecimento), características do medidor (idade, tipo, modelo, classe metrológica e IDM previsto) e características do consumidor (consumo mensal, categoria e ramo de atividade), quando são elaborados os

cronogramas de aplicação mensal.

Além da segmentação pelas características apresentadas acima, o sistema realiza uma avaliação individual de cada um dos hidrômetros que compõem a massa de dados selecionadas, a partir da estimativa individual de perdas por submedição de cada hidrômetro e da expectativa de recuperação do volume perdido com o novo hidrômetro a ser instalado e realiza uma classificação em função da capacidade de recuperação do volume medido, priorizando os resultados mais significativos.

A partir desta priorização, é constituído um banco de dados contemplando todas as informações de cada um dos hidrômetros selecionados.

A metodologia desenvolvida para acompanhamento da aplicação estabelecida avalia as informações decorrentes das substituições, comparando com o planejamento, promovendo o pleno atendimento das características dos medidores definidos.

A partir da disponibilização destas informações para acesso de cada uma das unidades de negócio, é possível a tomada de ações para uma aplicação mais assertiva e um controle refinado desta aplicação.

A partir das funcionalidades de uma plataforma de Business Intelligence – BI, esta base de dados é alimentada automaticamente com informações provenientes do sistema de gerenciamento de ordens de serviço operacionais, de forma a permitir uma atualização contínua e sistematizada do status de cada hidrômetro contemplado no planejamento e do atendimento às metas estabelecidas.

RESULTADOS OBTIDOS

A utilização desta ferramenta de gestão permite que seja realizado o tratamento dos dados a partir de análises estatísticas e modelagens matemáticas, que possibilitam um acompanhamento minucioso do atendimento às metas estabelecidas no planejamento de substituição de hidrômetros e permitem uma melhor gestão das atividades de campo junto às equipes operacionais de forma a otimizar o processo.

Com aplicação desta metodologia de gestão, vem sendo possível a obtenção dos seguintes resultados:

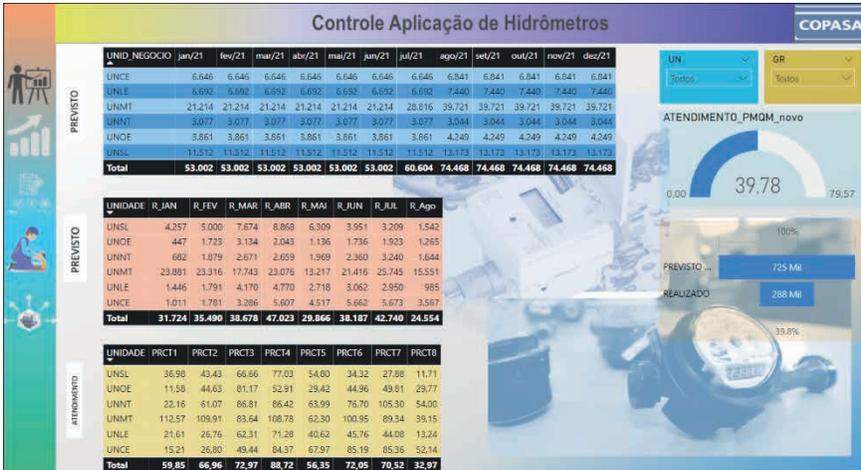
- Acompanhamento das informações relativas ao atendimento do planejamento, em todos os níveis da companhia (Diretoria/Unidade de Negócio/Gerência Regional/Localidade);



- Acompanhamento da logística de disponibilização dos hidrômetros, comparando com as informações relativas à substituição de cada hidrômetro;
- Acompanhamento do estoque de hidrômetros em todas as unidades operacionais, a partir do monitoramento dos hidrômetros disponibilizados e não aplicados.



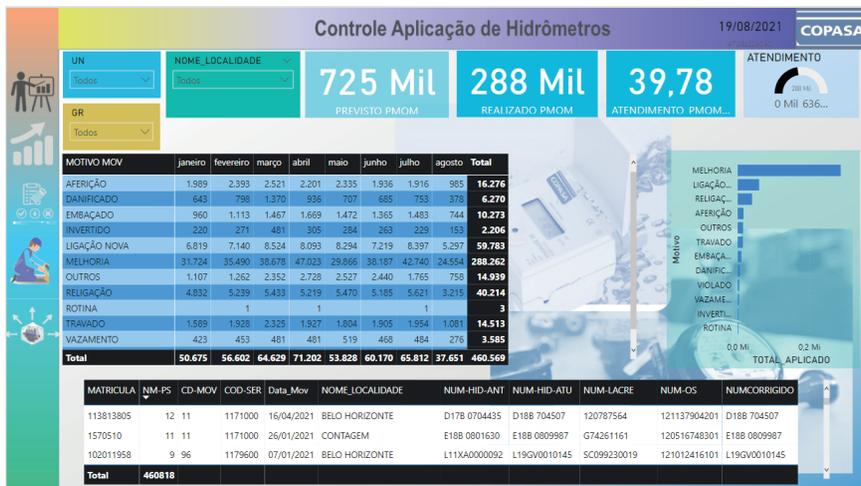
- Monitoramento diário do cumprimento das metas estabelecidas;
- Avaliação da projeção do cumprimento das metas mensais e anuais, a partir da análise histórica da aplicação;



- Acompanhamento da assertividade das substituições, comparando as características dos hidrômetros aplicados, em relação ao planejado;



- Identificação de aplicações não previstas no planejamento;



ANÁLISES DOS RESULTADOS

A análise dos resultados apresentados, a partir dos rigorosos mecanismos de monitoramento e controle das atividades de aplicação dos hidrômetros, demonstra a efetividade dos programas de substituição de hidrômetros, garantindo sua correta aplicação em função das características técnicas dos medidores e das características de consumo dos clientes, com consequente redução das perdas aparentes e aumento da receita.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A metodologia implantada demonstra a importância da correta utilização das informações que norteiam os programas de aplicação de hidrômetros pelas empresas de saneamento, para a otimização do parque de hidrômetros, na busca da constante redução dos índices de perdas da companhia.

REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): Norma NBR 15538 de 11 de abril de 2014 - Medidores de água potável - Ensaios para avaliação de eficiência;
2. Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE); Guia Prático para Determinação de Volume de Entrada nos Sistemas de Abastecimento. Série Balanço Hídrico - Volume 1, 2015;
3. Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE): Guia Prático de Procedimentos para Estimativa de Submedição no Parque de Hidrômetros. Série Balanço Hídrico - Volume 3, 2015.
4. Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE): Guia Prático para Estimativa de Consumos Não Autorizados e Volumes Não Apropriados por Falhas de Cadastro. Série Balanço Hídrico -Volume 4, 2015.

5. Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE): Guia Prático para Quantificação de Balanços Hídricos e Indicadores de Desempenho Operacional. Série Balanço Hídrico - Volume 5, 2015.
6. Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário de Minas Gerais (ARSAE – MG): Resolução ARSAE-MG N° 40, de 03 de outubro de 2013
7. Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário de Minas Gerais (ARSAE – MG): Resolução ARSAE-MG N° 149, de 17 de março de 2021
8. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO): Portaria N° 295, de 29 de junho de 2018

IMPACTOS E VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTES DA AUSÊNCIA OU DA PRECARIÉDADA DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO, DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E DOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ZONA COSTEIRA

Data de aceite: 01/12/2023

Flávia Rebelo Mochel

Universidade Federal do Maranhão-UFMA
Laboratório de Manguezais e Centro de Recuperação de Manguezais - LAMA/CERMANGUE
Depto. Oceanografia e Limnologia-DEOLI, Av. dos Portugueses, 1966, Maranhão, Brasil.
ORCID 0000-0001-5911-3171

Josélia Castro da Silva Martins

Universidade Federal do Maranhão-UFMA
Laboratório de Manguezais e Centro de Recuperação de Manguezais - LAMA/CERMANGUE
Depto. Oceanografia e Limnologia-DEOLI, Av. dos Portugueses, 1966, Maranhão, Brasil
ORCID 0000-0001-5247-4708

RESUMO: O saneamento básico bem implementado tende a atenuar os impactos recorrentes, resultantes da urbanização, que vêm causando diversos transtornos e perdas econômicas, acarretando também danos por vezes irreparáveis, afetando a qualidade vida e saúde da população, assim como o meio ambiente. Este trabalho se propõe atuar como um

instrumento fomentador de consciências e ações críticas, que chame a atenção para os impactos causados pela falta e/ou precariedade do saneamento nas regiões mais carentes Brasil, bem como destacar a legislação pertinente e as ações tomadas pelo governo no sentido de melhorar os índices de saneamento. Realizou-se pesquisa qualitativa, bibliográfica e de análises de conteúdos como decretos, leis, artigo, sites eletrônicos de instituições governamentais, revistas, dissertações, teses, entre outros, além de exemplos citados na capital de São Luís-MA. A dificuldade da manutenção das estruturas de água e saneamento na atual conjuntura de Mudanças Climáticas, com o aumento do nível do mar, da frequência de enchentes, interpõe novos desafios, especialmente nos adensamentos populacionais de baixa renda e de moradias precárias. Com o atual avanço tecnológico e a gestão pública em conjunto com a iniciativa privada agindo de forma mais atuante na implementação e implantação do saneamento básico nas regiões do país, principalmente mais deficitárias, maiores sucessos serão alcançados, atingindo e/ou superando os objetivos e metas estabelecidos entre governos e setor privado assim como pelos

acordos internacionais, como preconiza a Agenda 2030

PALAVRAS-CHAVE: Impactos socioambientais; Saneamento básico; Agenda 2030; ODS; Mudanças Globais .

SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS AND VULNERABILITIES RESULTING FROM THE ABSENCE OR PRECARIOUSNESS OF BASIC SANITATION IN BRAZIL: AN ANALYSIS OF LEGISLATION, PUBLIC POLICIES AND THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THE COASTAL ZONE

ABSTRACT: Well-implemented sanitation tends to mitigate recurrent impacts from urbanisation, , which have been causing several disorders and economic losses, also causing sometimes irreparable damage, affecting the quality of life and health of the population, as well as the environment. This article intend to work as an instrument that fosters awareness and critical actions, which draws attention on the impacts caused by the lack and / or precariousness of sanitation in the poorest regions of Brazil, as well as to highlight the pertinent legislation and the governmental action on the improvement concerning sanitation rates. A qualitative and bibliographic research was performed, as well as analysis in terms of decrees, laws, articles, websites of government institutions, magazines, dissertations, among others, in addition to quoted examples in the capital of São Luís-MA. The difficulty of maintaining water and sanitation structures in the current situation of Climate Change, with the increase in sea level and the frequency of floods, poses new challenges, especially in the densities of low-income populations and precarious housing. With the current technological advancement and public management together with the private sector acting more actively in the implementation and implementation of basic sanitation in the regions of the country, especially the most deficient, greater successes will be achieved, reaching and/or exceeding the objectives and goals established between governments and the private sector as well as by international agreements as advocated by the 2030 Agenda

KEYWORDS: Socio-environmental impacts; Sanitation; Agenda 2030; SDG; Global Change

1 | INTRODUÇÃO

Junto com a consolidação do urbanismo nas grandes cidades veio a eminente necessidade de ter-se um saneamento básico, visando a saúde, o bem-estar e a higiene da população, bem como um ambiente equilibrado. Contudo, a implantação do saneamento nas cidades não se desenvolveu no mesmo ritmo de crescimento destas, embora vários autores a exemplo de Bertoni (2015), Leoneti et al (2011), entre outros, tenham constatado a importância da aplicabilidade do mesmo junto ao crescimento urbano, visando garantir um desenvolvimento populacional e ambiental dentro dos parâmetros de salubridade e qualidade de vida aos seus habitantes.

Diversos impactos ligados à falta de: água tratada, coleta e destinação adequada de resíduos sólidos, tratamento de esgoto sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais, oriundos da falta ou precariedade do saneamento básico nas regiões brasileiras, agravam as vulnerabilidades socioambientais e produzem cada vez mais condições de vida precárias

devido às consequências como problemas de saúde, alagamentos, perdas econômicas, baixa qualidade de vida, baixo rendimento escolar, dentre outros. Repercussões como estas podem e devem ser mitigadas pela atuação das políticas públicas em conjunto com empresas privadas e a sociedade.

A legislação brasileira atual, pertinente ao saneamento básico e ambiental, possui leis federais, resoluções e planos que direcionam sua implantação e implementação, além de definirem as responsabilidades dos Entes Federativos. Além disso, para promover um ambiente mais sustentável com condições mais viáveis à população é que diversos países (membros da ONU) têm se reunido e estabelecido compromissos, agendas e objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS) a serem cumpridos até o ano de 2030. Metas como a ODS 6 (Água Potável e Saneamento) visam implantar, dentre outros, um saneamento de qualidade e equitativos para todos.

Contudo, o que é possível notar é que o saneamento básico é precário ou inexistente em muitas regiões do país, em especial nas regiões mais carentes. Todos os anos em períodos chuvosos várias regiões sofrem com alagamentos, deslizamentos, perdas de vida, etc. E o meio ambiente ainda recebe toda a carga negativa, consequências da inadequada implantação e/ou implementação estrutural de um saneamento nos centros urbanos. Neste ponto, em que medida ações conjuntas entre governo (políticas públicas), privado (empresas privadas) e a sociedade, podem e devem ser tomadas para atenuar tais impactos? Este trabalho visa analisar os impactos que agravam as vulnerabilidades socioambientais diante da falta ou a precariedade do saneamento básico, analisando ainda, a legislação pertinente e o avanço das políticas públicas no que diz respeito à implantação e implementação de ações voltadas para conter tais impactos.

2 | METODOLOGIA

Este artigo foi baseado em pesquisas qualitativas, bibliográfica e de análises de conteúdos de acordo com (OLIVEIRA, 2016; TRIVINOS, 2006; GRUBITS, et. al. 2004). Sendo analisados decretos, leis, artigos, sites eletrônicos de instituições governamentais nas esferas municipal, estadual e federal, revistas, dissertações, teses, entre outros, sobre saneamento básico, impactos ambientais, urbanização e políticas públicas onde, as informações e dados apanhados expressam opiniões, exemplos e atitudes específicas em relação ao saneamento básico e os impactos resultantes da falta ou precariedade deste, que agravam as vulnerabilidades socioambientais, tal como as medidas públicas e às relações entre eles.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O saneamento é um importante constituinte na formação e manutenção dos grandes centros urbanos e considerado questão de salubridade. Bertoni (2015) relatando

as trajetórias profissionais de Saturnino de Brito (1864-1929) e a de Édouard Imbeaux (1861-1943), engenheiros com importantes papéis no urbanismo e sanitário, ressalta que ambos confirmam a importância das questões de salubridade e das implantações de saneamento em conjunto com o urbanismo. Nessa época, início do século XX, quando os centros urbanos estavam em pleno desenvolvimento no Brasil, já havia uma notória preocupação com a salubridade por conta da saúde pública e qualidade de vida da população e para que tal objetivo fosse alcançado era de suma importância que técnicas de saneamento fossem implementadas conjuntamente com o urbanismo.

Entretanto, embora houvesse esse conhecimento, ao longo do tempo não houve o devido investimento nas instalações de saneamento no mesmo ritmo ao qual o urbanismo se concretizava. E mesmo em dias atuais, em pleno século XXI, ainda se vê inúmeros municípios de várias regiões do Brasil sem saneamento adequado. Nota-se ainda em nosso país uma grande desigualdade com relação ao acesso sanitário de qualidade. Leoneti et al (2011, p.332) corroboram esta informação ao dizerem que “[...] o Brasil, está marcado por uma grande desigualdade e por um grande déficit ao acesso, principalmente em relação à coleta e tratamento de esgoto”. Além disso, a Confederação Nacional de Municípios (2012) informa que mais da metade da população brasileira não possui coleta de esgotos sanitários, nem esgoto devidamente tratado, além de que mais de 45 milhões de pessoas não dispõem de serviços de drenagem urbana. Essa constatação da realidade do saneamento básico no Brasil torna boa parte de sua população vulnerável a diversos impactos negativos e agrava as vulnerabilidades socioambientais já existentes.

3.1 A legislação para o saneamento no Brasil

Atualmente, no Brasil, para melhor regulamentar o saneamento, foi estabelecida por meio da Lei Federal n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento e também orienta as ações governamentais por meio da definição de um conjunto amplo de objetivos e metas para a universalização e definição de programas, ações e estratégias para investimentos no setor (BRASIL, 2007). Previsto ainda na PNSB, tem-se o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) que estabelece metas, estratégias e fornece indicadores que auxiliam na avaliação dos impactos do saneamento em áreas como a saúde, educação, renda entre outros (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2020). Também há outras leis e normas ambientais, que complementam a legislação para o saneamento básico e ambiental, sendo elas a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei n.º 12.305/10, a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei n.º 6.938/81, e a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.º 9.433/97, todas integradas e implementadas considerando a PNSB (BRASIL, 1981; 1997; 2010). Ademais, as Resoluções n.º 357/05 e n.º 430/11 do Conselho Nacional do Meio Ambiente

(CONAMA, 2005; 2011), que dispõem 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, advertem sobre o devido tratamento do esgoto sanitário para o lançamento do mesmo nas águas de acordo com as condições e padrões estabelecidos nas normas.

A Constituição Federal de 1988, Art. 21, inciso XX, estabelece a competência da União para instituir diretrizes para o saneamento básico, além de, no art. 23, inciso IX, também estabelece a competência comum entre a União, os Estados, os Municípios e o Distrito Federal para promover programas e melhorias das condições de saneamento básico (BRASIL, 1988).

Contudo, ainda há um déficit muito grande no que diz respeito à implementação de um saneamento satisfatório nas regiões do Brasil cuja pobreza ainda castiga a maioria de sua população. O que fica mais claro sobretudo nas regiões Norte e Nordeste do país.

3.2 Ações públicas, impactos e vulnerabilidades socioambientais

Para Martins e Mochel (2021), políticas públicas, governo, instituições particulares, indivíduo, dinâmicas, ações sustentáveis, educação, investimentos e pesquisas, dentre outros, são aspectos que se entrelaçam entre si para promoção de um ambiente sustentável, harmonioso e equilibrado. Já Leoneti et al (2011, p.335) afirmam que “pelo impacto na qualidade de vida, na saúde, na educação, no trabalho e no ambiente, o saneamento básico envolve a atuação de múltiplos agentes em uma ampla rede institucional”. Em razão disto, diversos acordos foram firmados entre países membros da ONU, dentre eles o Brasil, tais como a Agenda 21 e os ODS, visando estabelecer até 2030, condições melhores e mais igualitárias à população, no que tange à vida e à saúde, além de um ambiente mais sustentável (MARTINS, MOCHEL, 2021). E, no que se refere ao saneamento, a ODS 6 (Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento) propõe-se a garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.

Conforme o acima exposto, entende-se que as políticas públicas do país têm grande responsabilidade no quesito: implementar com maior índice de eficácia e eficiência um saneamento básico e ambiental, que venha suprir as necessidades populacionais de higiene e salubridade, bem como venham a minimizar os impactos no meio ambiente causados pelas ações antrópicas. Na Lei 11.445/07, inciso VI, é estabelecido como princípio fundamental:

Articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante. (BRASIL 2007).

Outra perspectiva é a colaboração conjunta entre o governo e o setor privado, mas depende também da população, por sua vez, cobrar do governo tais ações. E, provocado, o Governo Federal vem estabelecendo novas regras e ampliando novos programas que visam facilitar a aplicação do saneamento no Brasil. Dados da ANA (Agência Nacional de Águas) nos informa que:

Atualmente, por meio de políticas de saneamento ambiental e o afrouxamento das regras de acesso ao setor privado, o setor de saneamento tem recebido considerável atenção e incremento de investimentos tanto do setor privado, viabilizado pelas parcerias público-privadas (PPPs) e por recursos próprios [...]. (ANA, 2008 *apud* LEONETI et al, 2011 p.339).

Em meados de 2020, através de uma iniciativa do governo, o Senado Federal aprovou o projeto de lei que estabelece o novo marco regulatório do saneamento básico (PL 4.162/2019). Segundo o Ministério da Economia (2020), o projeto assegura a participação da iniciativa privada na prestação de serviços de saneamento; garante que 99% da população será atendida com água potável e 90% com coleta e tratamento de esgoto até o ano de 2033; aponta como órgão regulador de referência no assunto a Agência Nacional de Águas (ANA); além de outros pontos que visam, no geral, ações e estímulos de investimento para garantir que toda a população seja atendida.

Tais ações, caso sejam cumpridas, tendem a mitigar os impactos gerados pela precariedade do saneamento atualmente existente no país. A Organização Mundial de Saúde (OMS) calcula que para cada real investido em saneamento, economiza-se aproximadamente 4 reais no sistema de saúde. Estima ainda que há 15 mil mortes e 350 mil internações por ano em decorrência da falta de saneamento básico. Nota-se desta forma, o grande impacto que o saneamento básico tem na saúde da população, bem como no meio ambiente. Percebe-se que diversos municípios mais carentes sofrem impactos pela falta de saneamento básico ou pela precariedade do mesmo, tornando a sociedade mais vulnerável.

Um exemplo prático está em São Luís, capital do Estado do Maranhão-Brasil, onde fortes chuvas, que ocorrem normalmente dos meses de janeiro a maio, alagam todos os anos vários bairros e avenidas principais, causando diversos transtornos como comércios e casas invadidas pela força das águas, trânsito parado, asfaltamento arrancado, árvores derrubadas, dentre outros, devido a inadequada infraestrutura de captação e escoamento de águas pluviais (fotos 1 e 2), acarretando ainda perdas econômicas e risco à saúde da população, além de afetar o meio ambiente.



Foto 1 - Chuva forte provoca transtornos na região central de São Luís (MA).

Fonte: G1 Maranhão/TV Mirante.



Foto 2 - Comerciantes tiveram inúmeros problemas por conta da água que invadiu lojas.

Fonte: G1 Maranhão/TV Mirante.

A falta de drenagem e manejo adequado das águas pluviais urbanas impacta o meio ambiente de forma direta causando erosões pela força do escoamento das águas da chuva, assoreamento, lixiviação do solo, surgimento de voçorocas, pelos detritos que são carreados das áreas urbanas que também causam diversos transtornos poluindo e/ou contaminando as águas fluviais e marinhas, prejudicando e afetando, por vezes de forma irreversível, a vida aquática e também pelas doenças de veiculação hídrica que afetam a população. A leptospirose, a malária, o cólera, toxoplasmose, febre tifoide, hepatite A, doenças da pele como micose e outras são exemplos de doenças transmitidas através das águas de alagamentos e inundações causados pelo acúmulo das águas das chuvas que têm seu escoamento natural impactado pela falta de drenagem adequada. A Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (2011) faz o alerta de que:

Um dos principais problemas é a leptospirose, doença causada por uma bactéria encontrada na urina do rato e que pode entrar pela pele humana. Se a pessoa tiver contato com a água ou a lama das enchentes precisa ficar atento a sintomas como febre, dor muscular, náuseas e dor-de-cabeça. Nesse caso, será preciso procurar um médico imediatamente e relatar que teve contato com alagamentos. Outra doença que pode surgir após o período de chuvas é a hepatite A que pode ser transmitida pela água misturada com esgoto humano. As enchentes também aumentam o risco de diarreia aguda, causada por bactérias, vírus e parasitas, além da febre tifoide, causada pela salmonella typhi, bactéria encontrada nas fezes de animais (SECRETARIA DE

A Fundação Nacional de Saúde (2017;2018) afirma que estes riscos à saúde pública são inerentes a aspectos de possível ocorrência em áreas urbanas e rurais, mas que seus impactos negativos podem ser atenuados ou mesmo eliminados através da aplicação de um saneamento de qualidade. Outro fator que concorre para maior impacto negativo ao meio ambiente é a contaminação de mananciais pela falta de esgotamento sanitário ou tratamento adequado do mesmo para descarte adequado. A coleta de resíduos, a reciclagem, a coleta seletiva também auxilia a população e o meio ambiente, evitando impactos como a contaminação do solo, a poluição e/ou contaminação dos mananciais pelo carreamento de lixo dispostos a céu aberto quando do período de chuvas ou pela percolação do chorume, assim como a proliferação de vetores causadores de doenças.

Os impactos sofridos pela população tornam ainda vulnerável a educação da população carente, podendo afetar as gerações futuras. O Instituto Trata Brasil (2017) alerta que:

Moradores de áreas sem acesso à rede de distribuição de água e de coleta de esgotos têm uma redução do atraso escolar, ou seja, uma escolaridade menor significa uma perda de produtividade e de remuneração das gerações futuras. Somente o custo desse atraso escolar devido à falta de saneamento alcançou R\$ 16,6 bilhões em 2015 (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017).

Além disso, os prejuízos causados à sociedade em decorrência dos alagamentos, resultado do saneamento precário, podem afetar, em certas ocasiões, também as escolas quando provoca o interrompimento das aulas por tempo indeterminado pelo fato de serem locais de possível acomodação daqueles que ficam impossibilitados de retornarem ao lar, e, quando causa perda de bens materiais (livros, carteiras, material escolar, etc.) pela invasão das águas nas escolas.

3.3 A Gestão do Saneamento Básico e as relações entre a Mudanças Climáticas e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável na Zona Costeira Brasileira

O sexto relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas das Nações Unidas (IPCC, 2023) atualizou os conhecimentos sobre as ameaças, riscos e vulnerabilidades dos eventos climáticos provocados pelo ser humano em escala global, destacando como principais causas as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) provenientes de alterações no manejo da terra e do solo, na obtenção de energia, no excesso de produção, consumo e desperdício de bens, materiais, entre outros (IPCC, 2023) .

A zona costeira é especialmente exposta aos intensos eventos responsáveis que geram danos físicos e socioambientais em todo o mundo, sendo os mais frequentes os ciclones, furacões, enchentes, o aumento do Nível Médio do Mar, erosão. As áreas urbanas e industriais que emitem grandes volumes de gases do efeito estufa (GEE) são aquelas

mais afetadas pelas alterações climáticas.

O Brasil possui 7.637 km de extensão de costa e os riscos das Mudanças Climáticas aliado a um saneamento básico deficiente na zona costeira tem sido abordado por diversos autores. Segundo Nicolodi e Petermann (2010), áreas consideradas com potencial de risco social foram aquelas com baixa renda, domicílios carentes de coleta de lixo e sem serviços de esgotamento sanitário, colocando-os na categoria de carência de saneamento básico as residências que lançam seus efluentes diretamente em valas, corpos hídricos como rios, ou em fossas mal construídas. A região norte brasileira é a que apresenta a menor cobertura de saneamento básico e coleta de resíduos, com elevado coeficiente de 33,7% de população exposta ao risco social (NICOLODI e PETERMANN, 2010).

O problema do saneamento básico tem sido uma questão insustentável no Brasil. No município do Rio de Janeiro, por exemplo, a deficiência do sistema de saneamento bem como a ausência de tratamento de esgotos em vários pontos se mostrou uma dificuldade cônica (KLEIN et al.,2009). De maneira generalizada, a falta de saneamento básico é um dos fatores que está relacionado ao aumento da vulnerabilidade costeira, associada à população mais pobre, à rápida ocupação do espaço por processos industriais e agropecuários. Esses fatores são condizentes com os dados do IPCC que ressaltam que as populações mais vulneráveis são aquelas mais carentes, por terem menores condições de se adaptar (IPCC, 2023)

Estratégias de ação pelo poder público foram elaboradas por Neves & Muehe (2008) que identificaram os seguintes efeitos das Mudanças Climáticas:

- danos à obras: de saneamento; de urbanização; de proteção à costa;
- danos estruturais e operacionais: à áreas portuárias, à dutos expostos e enterados,
- erosão, progradação costeira, intrusão salina em aquíferos e em estuários
- evolução de manguezais, danos à recifes de corais

As obras de drenagem e de saneamento estão entre aquelas vulneráveis à elevação, gradual ou transitória, do Nível Médio Relativo do Mar (NMRM). Uma vez que comumente os esgotos urbanos brasileiros são lançados na rede pluvial, a ocorrência das marés meteorológicas inunda lentamente a rede pluvial causando o refluxo dos esgotos para ruas e residências (KLEIN et al, 2009).

Um dos grandes problemas dos eventos climáticos extremos em relação à solução das questões relacionadas ao saneamento básico são os custos e a complexidade das obras, principalmente em áreas densamente povoadas, onde o saneamento é inexistente ou onde as redes de esgotos são obsoletas e/ou estão deterioradas. Entre as medidas necessárias estão mapeamentos cartográficos em alta resolução, construção de estações de tratamento, disposição de novos marégrafos na costa brasileira, entre outros, de modo a prevenir ou mitigar danos estruturais ou operacionais às obras de saneamento (KLEIN

et al., 2009).

De acordo com os relatórios do IPCC 2018 e 2023 (IPCC, 2023), definem-se os Riscos-Chave (Key-Risks; KR) pela interação entre as ameaças/perigos, a vulnerabilidade e a exposição dos sistemas humanos e dos ecossistemas ou espécies. Essa interação demonstra a complexidade dos riscos definidos por várias ameaças relacionadas ao clima, tensores não climáticos e múltiplas vulnerabilidades.

A questão do saneamento também é abordada no documento conhecido por Agenda 2030, assinado pelas Nações Unidas, em 2015, onde são apresentados 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) os quais compreendem diversas metas a serem alcançadas por meio de ações e gestão integrada para a melhoria da situação de insustentabilidade socioambiental nos países, em meio à situação de mudanças climáticas.

A Figura 1 mostra seis Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) abordados neste estudo. O Objetivo 3, que trata da Meta de Saúde e Bem-Estar sobre a promoção da vida saudável e do bem-estar para todos e em todas as idades, destaca, diretamente, a questão do saneamento na Meta 3.9.2 (UN Environment, 2021). O Objetivo 6 aborda a garantia da disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos, enfatiza que é indissociável a oferta de água potável, limpa, saneamento e higiene nesse objetivo (BRASIL, 2020).



Figura 1. Os seis Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) abordados neste estudo.

Fonte: as Autoras, 2023, adaptado de UN, 2021

O ODS 13 aborda as medidas urgentes para o enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas, enquanto o Objetivo 14 apresenta a conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos. No Objetivo 15 expõe-se a proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, para uma gestão sustentável das florestas e impedir a perda da biodiversidade, a desertificação e a degradação da terra. Por fim, o Objetivo 17 trata do fortalecimento da governança global e dos meios para implementar parcerias entre todos os setores para o desenvolvimento sustentável.

O quadro 1 mostra as relações entre os riscos e vulnerabilidades divulgados nos relatórios do IPCC e as ações definidas em algumas metas dos ODS para o quesito saneamento.

Nota-se, em geral, que o cenário dos prejuízos causados pelas mudanças climáticas pode estar estruturado por uma conjuntura de outros fatores como gestão deficiente da zona costeira, populações urbanas e rurais, marginalizadas e vulneráveis, ecossistemas degradados e espécies ameaçadas, serviços ecossistêmicos comprometidos.

AMEAÇAS IPCC 6	RISCOS E VULNERABILIDADES IPCC 6	AÇÕES E MEDIDAS ODS- AGENDA 2030
SAÚDE HUMANA	<ul style="list-style-type: none"> - mortalidade infantil por doenças diarreicas; -falha da infraestrutura de água e saneamento, maior risco de diarreia. 	<p>ODS 3 Saúde e Bem-Estar Opções eficazes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - melhoria do acesso à água potável; - redução da exposição dos sistemas de água e saneamento; - melhoria dos alertas precoces
EVENTOS EXTREMOS Enchentes e secas	<p>Sistemas humanos e naturais :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sem acesso à água potável ou contaminada - , sem saneamento -insegurança alimentar,desnutrição -perdas agrícolas e pecuárias ; - sem qualidade da água para uso doméstico; - doenças transmitidas pela água e alimentos, (p. ex., cólera) - efeitos conjuntos de altas temperaturas e mudanças na precipitação pluviométrica 	<p>ODS 6 Água Limpa e Saneamento</p> <ul style="list-style-type: none"> - medidas que beneficiam a saúde e o bem-estar: - infraestrutura de água e saneamento - melhoria do acesso à água potável, - redução da exposição dos sistemas de água e saneamento - melhoria dos sistemas de alerta precoce, vigilância - desenvolvimento de vacinas.
ÁREAS URBANAS Perigos Geohidrológicos	<p>Eventos Extremos</p> <ul style="list-style-type: none"> - perda de propriedades e vidas humanas; - famílias pobres impedidas de mudar moradias para locais mais seguros - danos à infraestrutura em rede e potencial para grandes impactos locais e agregados - efeitos colaterais para as atividades urbanas e o bem-estar. 	<p>ODS 13 Eventos climáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - comprometimento de saneamento, água, transporte e energia ; interrupções de serviços - perdas econômicas, - impactos ao bem-estar . - maiores impactos nas populações urbanas vulneráveis, em moradias precárias. - redução da exposição dos sistemas de água e saneamento.
ZONAS COSTEIRAS Tempestades, enchentes costeiras e aumento do nível do mar	<ul style="list-style-type: none"> - risco de morte, problemas de saúde, danos aos meios de subsistência em países insulares; - maior risco onde é limitada a adaptação das infraestruturas (como água e saneamento) à subida local do nível do mar acima de 1m 	<p>ODS 14 Vida na Água</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conservação, proteção, restauração dos ecossistemas costeiros e oceânicos, gerando múltiplos benefícios como segurança alimentar
AGRICULTURA E GESTÃO DA TERRA	<p>Gestão da terra pode contribuir para erradicar a pobreza e eliminar a fome, promovendo boa saúde e bem-estar, água limpa e saneamento e vida na terra.</p>	<p>ODS 15 Vida na terra</p> <ul style="list-style-type: none"> . conservação, proteção e restauração dos ecossistemas terrestres, gerando múltiplos benefícios, como produtividade agrícola, segurança alimentar

<p>POLÍTICAS E GOVERNANÇA</p>	<p>Instituições locais, regionais e, nacionais eficazes definem estratégias para ação climática e exigem capacidade institucional adequada. Políticas participativas com a sociedade civil, incluindo empresas, jovens, mulheres, trabalhadores, mídia, povos indígenas e comunidades locais.</p>	<p>ODS 17 Implementação para parceria global Parcerias multissetoriais, que mobilizem e compartilhem conhecimento, experiência, tecnologia e recursos financeiros para a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento.</p>
--------------------------------------	---	--

Quadro 1. Relações diretas para o quesito saneamento entre as ameaças divulgadas nos relatórios do IPCC e algumas metas definidas nos ODS.

Os contextos globais, apresentados no quadro 1, engendram os riscos e as vulnerabilidades regionais e locais nos quais o saneamento é uma das questões centrais na zona costeira do ponto de vista socioambiental. Por essa razão, diversas metas dos ODS definem ações onde o saneamento, direta ou indiretamente, é um elemento-chave para estruturar novas capacidades de adaptação, principalmente em comunidades mais vulneráveis.

O ODS 3 propõe, entre a Meta de Planos de Ação de Saúde Térmica que incluem sistemas de alerta precoce e , abordagens que integram a saúde, alimentos, meios de subsistência, proteção social, água e saneamento.. Essa Meta está alinhada ao Item do Relatório do IPCC que trata do Aumento nas temperaturas e na variabilidade da precipitação, excepcionalmente alta ou baixa: agravamento da exposição das pessoas à diarreia. Já a Meta 3.9.2 do ODS, especifica a redução da taxa de mortalidade atribuída a água imprópria, saneamento inseguro e falta de higiene (exposição a água não segura, saneamento e higiene para todos os serviços (UN Environment, 2021). Destacamos, a relação entre as metas do ODS 6, aquelas relacionadas diretamente ao saneamento, como a Meta 6.2 e a Meta 6a. e o Relatório do IPCC dedicado às enchentes e secas na Ameaça de Eventos Extremos . A Meta do ODS 6.2 trata de eliminar a defecação a céu aberto e facultar o acesso ao saneamento a todas as pessoas, em especial mulheres, meninas e os mais vulneráveis. Está alinhada com o item do Relatório 6 do IPCC que aborda crianças, mulheres grávidas e pessoas com saúde comprometida que são particularmente vulneráveis à redução do acesso à água potável e ao saneamento. A Meta 6 a busca maior cooperação internacional para capacitar os países em desenvolvimento quanto a água e saneamento, incluindo o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso, entre outros. Essa meta se relaciona no IPCC com o risco de contaminação da água potável devido a precipitação intensa e inundações , risco de redução do fornecimento e da qualidade da água para uso doméstico, risco de perdas agrícolas e pecuárias devido à seca, E a Meta 6 do ODS, que trata da redução da exposição dos sistemas de água e saneamento a eventos climáticos extremos da melhoria dos sistemas de alerta precoce, vigilância e do desenvolvimento de vacinas, relaciona-se com os itens do IPCC 6 sobre o Risco de aumento da incidência de

doenças transmitidas pela água e alimentos, (p. ex., cólera) e desnutrição, e o Risco de contaminação da água potável devido a precipitação intensa e inundações.

No ODS 13, Eventos Climáticos, está explicitado que os principais complexos de sistemas de serviços, como saneamento, água, saúde, transportes, comunicações e energia, estarão cada vez mais expostos aos riscos e vulnerabilidades se os planejamentos, projetos e normas não considerarem as mudanças climáticas. Isso se associa ao IPCC 6 quanto às estruturas locais e infraestruturas em rede particularmente suscetíveis. Quanto às Zonas Costeiras, o Relatório 6 do IPCC salienta que a inconsistência e incapacidade de muitos governos locais em lidar com as situações de calamidade, desastres, aumenta ainda mais o risco e a vulnerabilidade da população, principalmente as comunidades marginalizadas, que vivem em moradias inadequadas, inseguras e em situações adversas. A ODS 14,, sobre a vida nas regiões litorâneas, marinhas, insulares, propõe, entre as metas, uma gestão direcionada para que as pessoas possam se adaptar aos impactos inevitáveis das mudanças climáticas. A Meta 14.1 discorre sobre a prevenção e redução da poluição marinha de todos os tipos incluindo detritos e poluição por nutrientes. No Item 17, do Quadro 1, Governança e Políticas, fica claro que a questão do saneamento somente terá êxito, assim como qualquer outra temática de gestão pública, se for eficazmente reforçada pelo por parcerias comprometidas politicamente, de forma participativa entre membros representativos da sociedade.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das vulnerabilidades socioambientais agravadas pelos impactos oriundos da falta ou precariedade do saneamento básico nas regiões mais carente do país, os índices indicadores dos serviços de saneamento nos diversos municípios brasileiros vêm melhorando, e embora deseje-se maior agilidade, pode-se concluir que as ações governamentais têm intentado aplicar políticas que tendem a melhorar a qualidade de vida e saúde da população e a sustentabilidade do meio ambiente. Implementar um saneamento básico adequado atenua os impactos negativos, maximiza os resultados positivos, auxilia na gestão, melhora o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país e gera grandes benefícios sociais e econômicos. A dificuldade da manutenção das estruturas de água e saneamento na atual conjuntura de Mudanças Climáticas, com o aumento do nível do mar, da frequência de enchentes, interpõe novos desafios, especialmente nos adensamentos populacionais de baixa renda e de moradias precárias.

Com o atual avanço tecnológico e a gestão pública em conjunto com a iniciativa privada agindo de forma mais atuante na implementação e implantação do saneamento básico nas regiões do país, principalmente mais deficitárias, maiores sucessos serão alcançados, atingindo e/ou superando os objetivos e metas estabelecidos entre governos e setor privado assim como pelos acordos internacionais, como preconiza a Agenda 2030

REFERÊNCIAS

ANA (Agência Nacional de Águas). **O que é o Prodes**. Disponível em: <www.ana.gov.br/prodes/prodes.asp>. Acesso em 20 de fev. 2021.

BERTONI, A. **No caminho para o urbanismo. Saturnino de Brito e Édouard Imbeaux, trajetórias profissionais entre Brasil e França**. Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material. Print version ISSN 0101-4714 On-line version ISSN 1982-0267. São Paulo Jan./Jun. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-47142015000100111#ff1>. Acesso em 18 de fev. 2021.

BRASIL. 2020. AGENDA 2030. <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

_____. **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente – Brasília, DF, em 31 de agosto de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>– Acesso em 03 fev. 2021.

_____. **Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos – Brasília, DF, 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>– Acesso em 03 fev. 2021.

_____. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em 21 de fev. 2021.

_____. **Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos– Brasília, DF, 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>– Acesso em 03 fev. 2021.

_____. **Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005** - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> - Acesso em 21 de fev. 2021.

_____. **Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011** - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> - Acesso em 21 de fev. 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS – CNM. **Meio Ambiente e Saneamento: Obrigações urgentes da gestão local**. Brasília: CNM, 2012. 96 páginas. ISBN 978-85-99129-61-6

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Saneamento para Promoção da Saúde**. Ministério da Saúde. 2017/2018. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/saneamento-para-promocao-da-saude>>. Acesso em 26 de fev. 2021.

G1 MARANHÃO. Chuva forte provoca alagamentos na região central de São Luís. TV Mirante - São Luís-MA. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2020/01/24/chuva-forte-provoca-alagamentos-na-regiao-central-de-sao-luis.ghtml>>. Acesso em 16 de mar. 2020.

GRUBITS, et al. (organizadores). **Método Qualitativo: epistemologia, complementariedades e campos de aplicação**. Editora Vetor, São Paulo, 243 p., 2004.

INSTITUTO TRATA BRASIL - **Saneamento é Saúde. 5 benefícios que o saneamento básico pode trazer**. 2017. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/>>. Acesso em 18 de mar. 2020.

IPCC, 2023: Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647 https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf Acesso em 20/10/2023

KLEIN, A. H. F. et al. Relatório de vulnerabilidade da Zona Costeira Brasileira às mudanças climáticas. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2009. Disponível em: http://eadterrazul.org.br/pdf/Documentos/Oficina%20de%20Planejamento%20-%20SCSLJ/2%C2%AA%20dia%2029.08.14%20Saneamento%20B%C3%A1sico/Relat%C3%B3rio_Vulnerabilidade-Zona-Costeira_Brasileira_v4

LEONETI, A.B., et al. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. Revista de Administração Pública vol.45 no.2 Rio de Janeiro Mar./Apr. 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-76122011000200003&script=sci_arttext&tlng=pt >. Acesso em 20 de mar. 2021.

MARTINS, J.C.S.; MOCHEL, F.R. Análise do gerenciamento costeiro brasileiro a partir dos impactos socioambientais e as tendências pós pandemia do coronavírus Sars Cov-2. 1671p a 1685p. **In.: Terra - A Saúde Ambiental para a Vitalidade do Planeta** / Giovanni Seabra (Organizador). Ituiutaba: Barlavento, 2021. 1.896 p. ISBN: 978-65-87563-09-1

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Senado Federal aprova novo marco legal do saneamento básico**. 2020. Disponível em: < [MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab>>. Acesso em 13 de mar.2021.](https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2020/junho/senado-federal-aprova-novo-marco-legal-do-saneamento-basico#:~:text=Senado%20Federal%20aprova%20novo%20marco%20legal%20do%20saneamento%20b%C3%A1sico,-As%20novas%20diretrizes&text=O%20Senado%20Federal%20aprovou%20em,(PL%204.162%2F2019).> . Acesso em 19 de mar.2021.</p></div><div data-bbox=)

NICOLODI, J.L. & PETERMANN, R.M. Revista da Gestão Costeira Integrada 10(2):151-177 (2010) Journal of Integrated Coastal Zone Management 10(2):151-177 (2010)

OLIVEIRA, M.M.de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 7ª edição, Ed. Vozes, Petrópolis, 244 p., 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAUDE. **Enchentes aumentam risco de doenças infecto-contagiosas**. São Paulo. 2011. Disponível em < <http://www.saude.sp.gov.br/ses/noticias/2011/janeiro/enchentes-aumentam-risco-de-doencas-infecto-contagiosas>>. Acesso em 03 mar. 2021.

TRIVINOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais. A Pesquisa Qualitativa em Educação**. Editora Atlas, São Paulo, 175 p., 2006.

UN Environment, 2021. Regional Seas Strategic Directions 2022-2025, <https://library.sprep.org/content/regional-seas-strategic-directions-rssd-2022-2025>

WGI AR5 Sections 3 (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIAR5-Chap19_FINAL.pdf)

PROJETO “MORADIA SUSTENTÁVEL” PARA ZONAS RURAIS DO ESTADO DO AMAZONAS

Data de aceite: 01/12/2023

José Francisco Aleixo da Silva

João Bosco Chamma

PALAVRAS CHAVE: Moradia Sustentável, Comunidade Rural, Casas Modulares, Instalações Hidro-Sanitárias

INTRODUÇÃO

Considera-se comunidade rural a população que apresente características diferentes da urbana, instalada fora dos limites urbanos nos municípios.

No mundo, a crise da água é a segunda causa principal de morte na infância, ficando atrás apenas das infecções respiratórias, de acordo com Relatório de Desenvolvimento Humano, elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). O acesso ao saneamento básico pode salvar vidas. Se hoje, cerca de sete crianças morrem a cada dia no País em decorrência de diarreia, esse cenário pode ser significativamente alterado com

investimentos no saneamento básico, em especial no abastecimento de água de qualidade. As áreas rurais, que abrigam cerca de 30 milhões de pessoas em 8,8 milhões de domicílios, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2009 são as mais carentes de infraestrutura de saneamento. Especialistas da área de saúde estimam que para cada R\$ 1 investido em saneamento, R\$ 4 são economizados no tratamento das doenças em consequência da ausência dessa infraestrutura. De acordo com o Sistema Único de Saúde (SUS), os gastos com o tratamento de doenças ligadas à falta de higiene chegam a R\$ 300 milhões por ano.

O Saneamento Rural é um dos três componentes do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), sob a coordenação do Ministério das Cidades por determinação da Lei de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007).

O projeto proposto prevê a construção de casas modulares montáveis no local pretendido, composta de dois quartos, sala de estar e cozinha e que

podem ser acrescidas quando se fizer necessário. Também faz parte da construção instalações hidro-sanitárias composto de: a) reservatório domiciliar de água, tanque de lavar roupa, lavatório, pia de cozinha; b) banheiro com vaso sanitário; c) tubulações hidráulicas e coletora de esgoto, entre outras intervenções domiciliares.

O tratamento do esgoto doméstico será composto de: rede coletora, fossa séptica, filtro anaeróbio e valas de infiltração, em lugares aonde não existir corpo receptor (igarapé).

OBJETIVO DO TRABALHO

Segundo a Organização Mundial de Saúde, saúde não é apenas o bem estar físico e mental, mas ter moradia digna, alimentação, saneamento e trabalho. Dentro desta visão, o presente projeto pretende prover os moradores, da área rural, de uma moradia digna com saneamento básico.

METODOLOGIA

• Concepção do Projeto de Moradias Sustentável

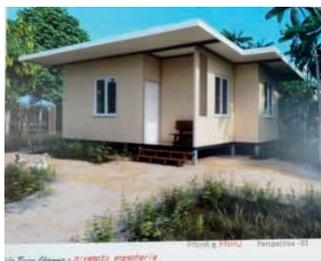
O projeto de Moradias Sustentáveis será composto de: Projeto das casas com: Instalação de Água Fria; Instalações Prediais de Esgoto; Captação de Água da Chuva; Projeto de Captação de Águas superficiais; Projeto de Bombeamento; Projeto de Tratamento do Esgoto Doméstico; Projeto de Drenagem Predial.



Planta Baixa-Opção 01



Planta Baixa-Opção 02



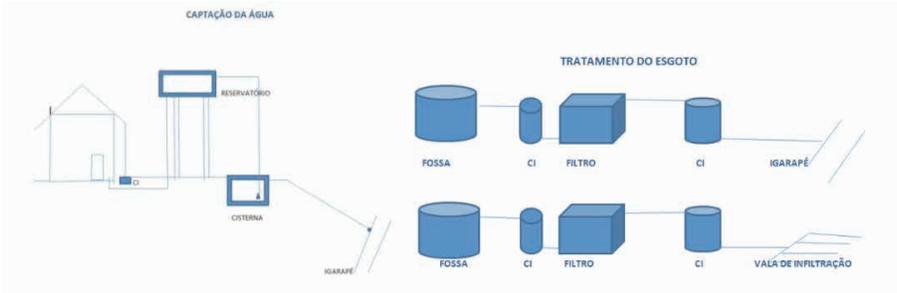
Perspectiva - 01



Perspectiva - 02



Perspectiva Interior



Sistema Hidráulico Externo

Coleta e Tratamento do Esgoto Doméstico

- **Inclusão Social com a mobilização e conscientização dos moradores**

O trabalho de mobilização e conscientização da população é essencial para o bom funcionamento dos sistemas, a melhoria da qualidade de vida das comunidades, a inclusão social e a sustentabilidade dos projetos implantados. As equipes do programa sensibilizam os gestores municipais sobre a importância e a necessidade de promoverem atividades educativas com as comunidades beneficiadas pelas ações de saneamento. Isso porque, não adianta apenas construir obras se as pessoas não sabem da sua principal finalidade, que é melhorar a saúde e a qualidade de vida. Também é preciso sensibilizar as comunidades para o uso correto dos benefícios conquistados. Por meio de reuniões técnicas e oficinas, as equipes constroem, em parceria com as comunidades, o conhecimento sobre qualidade de vida a partir de cuidados com a água consumida, o lixo, a higiene dentro e fora de casa, as instalações sanitárias e a drenagem de água da chuva. Manutenção e sustentabilidade são algumas das palavras que norteiam o trabalho de estímulo ao controle social desenvolvido pelas equipes de educadores. E o aprendizado se dá das mais diversas formas, variando de acordo com a cultura e as experiências de cada comunidade.

Para que isto seja alcançado, o mesmo é composto por 5 (cinco) etapas distintas. 1ª Etapa: Execução dos projetos; 2ª Etapa: Fabricação dos módulos (casas residenciais, reservatórios, fossas, sumidouros, filtros anaeróbios, reatores anaeróbios) em escala industrial; 3ª Etapa: Transporte dos módulos aos locais de montagem; 4ª Etapa: Montagem dos módulos nos locais; 5ª Etapa: Inclusão Social com a mobilização e conscientização dos moradores.

Faz parte do projeto, também, toda a orientação técnica para a implantação.

RESULTADOS ESPERADOS

Ao oferecer soluções individuais ou coletivas, o projeto contribuirá para a redução dos índices de morbimortalidade provocados pela falta ou inadequação das condições de saneamento tais como: tuberculose, doença de Chagas, febre amarela, dengue, leishmaniose, hepatites, cólera, febre tifóide e outras doenças típicas da Região Amazônica,

promovendo a melhoria das condições físicas das casas e das suas áreas externas.

As ações serão concentradas nas localidades rurais, principalmente nas que pertencem à área endêmica das doenças, classificadas como alto risco, com a presença do transmissor e existência de habitações que necessitem de melhorias. Isso porque a qualidade de algumas construções de pau-a-pique, taipa, palha e outras, comuns no interior do país, se tornam ambiente propício à proliferação destes meios transmissores de doenças tropicais.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após o início do projeto deve ser feita, periodicamente, análise dos resultados obtidos, visando o aperfeiçoamento do projeto tanto das obras de engenharia como também dos ganhos na área de saúde.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para que uma política de saneamento seja efetivamente implementada no Estado do Amazonas é necessário que as instituições envolvidas com o assunto estejam aptas a cumprir seus papéis, o que demanda a avaliação de alternativas para solução dos problemas apresentados pelo setor.

A situação crítica encontrada no interior do Amazonas, com relação à prestação dos serviços de habitação e saneamento, é reflexo, em parte, da forma como o setor foi conduzido por muitos anos.

Muitas vezes, a dispersão física da população rural pode dificultar a identificação das demandas específicas de cada comunidade e encarecer as soluções de engenharia.

De acordo com a PNAD, 67,2% da população rural captam água de chafarizes e poços protegidos ou não, em cursos d'água sem nenhum tratamento e em outras fontes geralmente insalubres. Apenas 32,8% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna.

A conscientização das famílias em locais em que existir os mananciais superficiais deverá feita pela equipe de Educação e deverá constar de: ações de recomposição da mata ciliar com mudas nativas, melhoria das vias de acesso ao manancial e a preservação da captação. O material e os serviços, para cercar as áreas de preservação, serão de responsabilidade dos moradores.

REFERÊNCIAS

1. João Bosco Chamma e Myamoto Engenharia. Manaus/AM (2018).

2. PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília/ DF (2014).

CAPÍTULO 4

PROJETO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS, PASSIVOS E DANOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DE ARACAJU

Data de aceite: 01/12/2023

Josimar Ribeiro de Almeida

Aposentado Escola Politécnica –UFRJ
<http://lattes.cnpq.br/3215586187698472>

Cleber Vinicius Akita Vitorio

Helium Corp Engenharia
<http://lattes.cnpq.br/4275890458575782>

Patrícia dos Santos Matta

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UERJ – ZO
<http://lattes.cnpq.br/2141772484348823>

Tetyana Gurova

Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ – ZO
<http://lattes.cnpq.br/8505053140543339>

Tatiana Santos da Cunha

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1206792034001854>

Oscar Rocha Barbosa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, IBRAG, DZ (LAZOVERTE)-RJ
<https://lattes.cnpq.br/6551622738384590>

ritmo acelerado, o que tem gerado graves impactos devido as ocupações irregulares, mas também principalmente por despejo de esgoto doméstico, lixo e pela falta de conscientização ambiental quanto a importância da preservação dos ecossistemas. Então este estudo visa avaliar o crescimento urbano com os eventos de degradação dos ecossistemas de manguezais, sendo este um ecossistema delicado que vem sofrendo com a expansão urbana desenfreada da Região de Aracaju. Pode-se constar com dados levantados que grande parte a rede de esgoto é precária, situação está que vem a se repetir até mesmo na capital, levando a concluir a necessidade de implementação de ações preventivas e conscientização ambiental para aumentar a qualidade de vida da população e tentar minimizar os danos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Expansão urbana, Infraestrutura precária, Degradação ambiental

IMPACT ASSESSMENT PROJECT,
LIABILITIES AND ENVIRONMENTAL
DAMAGE IN ARACAJU REGION

ABSTRACT: Due to the speedy process of

RESUMO: Devido ao processo rápido de crescimento urbano e populacional a Região de Aracaju tem crescido em

urban and population growth the Aracaju Region has grown quickly, which has generated serious impacts due to irregular occupations, but also mainly by domestic sewage dump, garbage and lack of environmental awareness about the importance of preserving ecosystems. So this study aims to assess the urban growth with the events the degradation of ecosystems of mangroves, being a delicate ecosystem that has suffered from the excessive urban expansion of Aracaju Region. Can be confirm with data collected that much of the sewage network is precarious, situation that comes to repeat even in the capital, leading to the conclusion the need to implement preventive actions and environmental awareness to improve the quality of life of the population and try to minimize environmental damage.

KEYWORDS: Urban expansion, Precarious infrastructure and environmental degradation

INTRODUÇÃO

Ativos ambientais são recursos naturais que são economicamente valoráveis servindo como um prestador de serviços (MMA, 1998). Então os ecossistemas fornecem ativos ambientais que vão abastecer as atividades econômicas e o crescimento populacional, e além disso esse mesmo ecossistema vai receber os resíduos gerados pela utilização dos seus recursos naturais. Sendo assim o processo de urbanização um forte fator de pressão sobre o meio ambiente, pois pode transformar um ativo ambiental em um passivo ambiental, perdendo com isso o seu valor, sendo então necessário a recuperação daquele ecossistema.

Entre os anos de 1960 a 1970, devido ao processo de industrialização do nordeste brasileiro, Aracaju ficaria contemplado com investimentos determinantes para o seu acelerado crescimento urbano e populacional (MATOS, 2010). Desde então a expansão urbana na Região de Aracaju tem crescido em ritmo acelerado, o que tem gerado graves impactos devido às ocupações irregulares e regulares sobre os ecossistemas ali existentes (FRANÇA e REZENDE, 2010), sendo esta intensa ocupação ocorrendo em áreas próximas de mangues do estuário do Rio Sergipe.

O manguezal é um importante ecossistema, pois oferece alimentação e proteção para muitas espécies (ALMEIDA e BARBIERI, 2008), sendo considerados como berçários naturais. A existência desse ecossistema está limitada somente a algumas regiões do planeta, sendo o Brasil o país com maior extensão territorial do mundo (OLIVEIRA e RODRIGUES, 2012). E esse ecossistema frágil tem sido degradado não só pelo crescimento urbano para implantações residenciais, mas também bem principalmente por despejo de esgoto doméstico, lixo e pela falta de conscientização ambiental quanto a importância deste ecossistema (ALMEIDA e BARBIERI, 2008; OLIVEIRA e RODRIGUES, 2012).

OBJETIVO

O objetivo deste estudo é avaliar a relação do crescimento populacional, do espaço urbano, da região de Aracaju com os eventos de degradação dos ecossistemas de

população estimada de 632.744 habitantes em 2015 (IBGE).

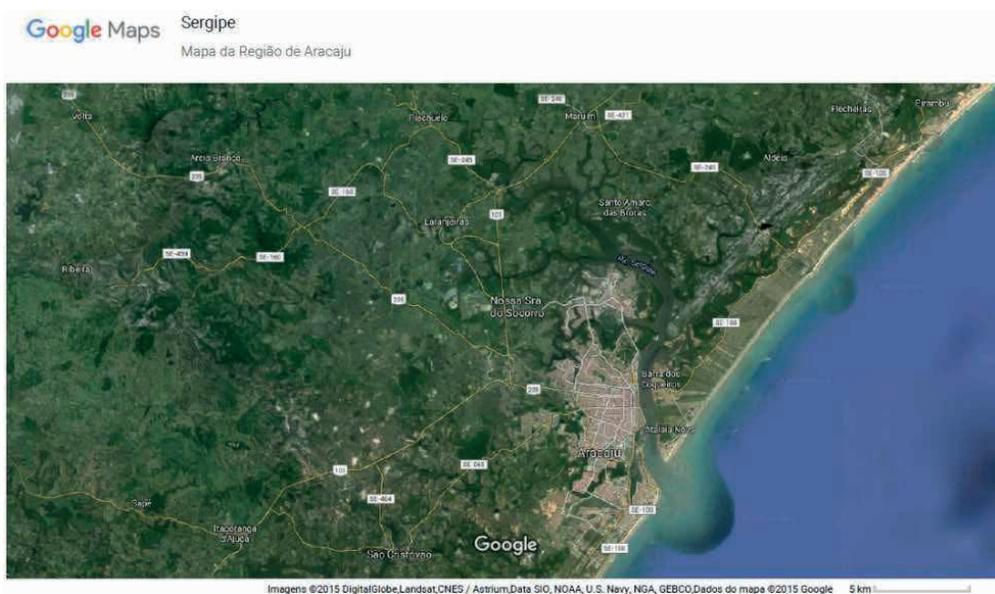


Figura 2: Municípios do Estado de Sergipe

Além da vegetação de mangue, a região é rica em praias, dunas, restingas e manchas de floresta perenifolia hidrófila costeira. Os mangues compreendem todo o sistema estuarino do rio Sergipe resistindo à pressão exercida pela intensa ocupação em andamento desde o século XIX, fortemente acelerada nas três últimas décadas pelo crescimento de Aracaju e municípios vizinhos.

O clima da área pode ser descrito como quente e úmido, com pluviometria média de 1.200 mm/ano e a região ainda pode ser caracterizada pela planície litorânea deltaica, estuarina com praias, sendo em algumas partes aterrada para a implantação urbana igualmente o que vem acontecendo com os mangues.

O Estado de Sergipe situa-se entre o Estado de Alagoas, ao norte, Estado da Bahia, ao sul e oeste, e entre o Oceano atlântico ao leste. Temos na Figura 1, destacado em azul, o Estado de Alagoas, em vermelho o Estado de Sergipe e em roxo o Estado da Bahia.

A Figura 2 mostra a concentração populacional dos Municípios da região de Aracaju: Aracaju, Barra dos Coqueiros, Nossa Senhora do Socorro, Santo Amaro das Brotas, Laranjeiras, Maruim e São Cristóvão

METODOLOGIA

Levantamento de dados

Os dados levantados para o estudo da área, como dados populacionais,

abastecimento de água, coleta de lixo e de rede de esgoto, foram tirados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os dados populacionais foram retirados do banco de dados do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática) na seção demográfico e contagem na parte de séries temporais, sendo a tabela utilizada a 202.

As informações sobre abastecimento de água, coleta de lixo e rede de esgoto foram retirados do mesmo banco de dados, sendo que foram encontradas na seção Censo Demográfico 2010 na subseção Universo - Características da População e dos Domicílios (tabelas 3263, 3217 e 3216 respectivamente) e na seção Censo Demográfico 2000 na subseção Universo (tabelas 1436, 1439 e 1437 respectivamente).

Análise de risco

A metodologia utilizada para avaliar os riscos causados pela infraestrutura precária e o demasiado crescimento urbano da região estudada e como de que forma isso afeta o ecossistema de mangue, foi pela Análise Preliminar de Perigo (APP). Essa metodologia é um método intuitivo que visa identificar possíveis ameaças decorrentes de processos (ALMEIDA *et al.*, 2008).

Então para conseguir elaborar a tabela de análise preliminar de perigo (Tabela 6) assumiu-se como indicadores de pressão o crescimento populacional urbano e a infraestrutura precária da região, sendo um dos indicadores de estado os ecossistemas de mangue da região que encontram-se sofrendo impactos ambientais gerados pelos indicadores de pressão.

Para conseguir analisar o risco foram utilizadas tabelas baseadas no trabalho de Almeida (2008) (Tabela 1, 2 e 3).

Categoria	Denominação	Frequência (anual)	Descrição
A	Extremamente remota	$F < 10^{-4}$	Possível mais extremamente improvável
B	Remota	$10^{-4} < F < 10^{-3}$	Não esperado
C	Improvável	$10^{-3} < F < 10^{-2}$	Pouco provável de ocorrer
D	Provável	$10^{-2} < F < 10^{-1}$	Esperado ocorrer uma vez durante a vida útil da instalação
E	Frequente	$F > 10^{-1}$	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação

Tabela 1: Categorias de Frequências

Fonte: ALMEIDA, 2008.

Categorias	Denominação	Descrição/Características
I	Desprezível	Sem danos ou danos insignificantes
II	Marginal	Danos leves controláveis
III	Critica	Danos severos. Exige ações corretivas imediatas
IV	Catastrófica	Danos irreparáveis ou de lenta recuperação

Tabela 2: Categorias de Severidades

Fonte: ALMEIDA, 2008.

	A	B	C	D	E
IV	Menor	Moderado	Sério	Critico	Critico
III	Desprezível	Moderado	Moderado	Sério	Critico
II	Desprezível	Desprezível	Menor	Moderado	Sério
I	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Menor	Moderado

Tabela 3: Matriz de Classificação de Riscos – Frequência X Severidade

Fonte: ALMEIDA, 2008.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O crescimento populacional da região se depara entre um aumento moderado a elevado, possuindo uma taxa de crescimento de 15,6 % e 7,69% para o município de Nossa Senhora do Socorro nos anos de 1991 e 2000 respectivamente. A região também apresenta uma densidade urbana de valores medianos a altos, sendo em Aracaju superior a 3.000 hab./km² em 2010.

Matos (2010) em seu estudo relata que em 1970 Aracaju apresentava a terceira maior população urbana do Nordeste perdendo apenas para Salvador e Recife e que essa rápida urbanização destoava do ritmo urbanístico do próprio estado de Sergipe. Nesse período a população urbana de Aracaju era aproximadamente quase 98% estando um pouco destoante dos outros municípios que possuíam nesse mesmo período um percentual de população urbana inferior a 70% (Tabela 4). E perante a essa rápida urbanização, em 1991 Aracaju já possuía uma população inteiramente urbana.

Em 2000 a taxa de crescimento populacional do município de Aracaju diminuiu abruptamente em relação ao ano anterior da pesquisa, 1991, acreditando-se que a responsabilidade por este evento deve-se em parte as mudanças demográficas ocorridas no Brasil durante aquele momento, como a redução na da taxa de natalidade (MATOS, 2010). Além disso Aracaju já começava a apresentar sinais de lotação devido ao seu crescimento demográfico e somente quem poderia arcar com os custos mais elevados de vida, de moradia, transporte entre outros poderia garantir a reprodução (MATOS, 2010).

Devido a esse alto custo de vida grande parte do excesso populacional de Aracaju

é deslocado para os municípios mais próximos, ou seja, a população vai principalmente para os municípios de Barra dos Coqueiros, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão (MATOS, 2010), sendo estes os municípios da Região de Aracaju que tiveram maior taxa de crescimento populacional em 2000 (Tabela 4).

Ano	Região de Aracaju	Aracaju	Barra dos Coqueiros	Nossa Senhora do Socorro	Santo Amaro das Brotas	Laranjeiras	Maruim	São Cristóvão
1970	População total	183.670	5.568	9.346	5.415	10.627	9.233	20.409
	% Urbana	97,61	64,73	16,64	45,37	43,04	67,56	49,98
	Taxa de crescimento	-	-	-	-	-	-	-
	Densidade (Hab./km ²)	1.009,97	61,65	59,62	23,13	65,49	98,46	46,72
1980	População total	293.119	7.952	13.710	7.947	13.275	11.366	24.129
	% Urbana	98,22	69,38	11,68	67,74	49,54	74,54	48,63
	Taxa de crescimento	-	-	-	-	-	-	-
	Densidade (Hab./km ²)	1.611,81	88,04	87,45	33,94	81,80	121,21	55,23
1991	População total	402.341	12.727	67.574	10.624	18.944	14.683	47.558
	% Urbana	100	58,47	99,91	72,69	84,57	75,63	97,21
	Taxa de crescimento	2,92%	4,37%	15,60%	2,67%	3,29%	2,36%	6,36%
	Densidade (Hab./km ²)	2.212,40	140,91	431,04	45,37	116,74	156,58	108,86
2000	População total	461.534	17.807	131.679	10.670	23.560	15.454	64.647
	% Urbana	100	85,22	99,7	75,75	90,04	75,49	97,63
	Taxa de crescimento	1,54%	3,80%	7,69%	0,05%	2,45%	0,57%	3,47%
	Densidade (Hab./km ²)	2.537,90	197,15	839,94	45,57	145,18	164,81	147,98
	População total	571.149	24.976	160.827	11.410	26.902	16.343	78.864
	% Urbana	100	83,62	96,89	71,96	79,02	73,68	84,53

2010	Taxa de crescimento	2,15%	3,44%	2,02%	0,67%	1,34%	0,56%	2,01%
	Densidade (Hab./km²)	3.140,65	276,52	1.025,87	48,73	165,78	174,29	180,52

Tabela 4: Comparação de dados demográficos na Região de Aracaju

Fonte: IBGE

Almeida e Barbieri (2008) evidenciam que a costa de Sergipe é uma importante região utilizada por algumas espécies de aves que demonstraram grande vínculo com os ecossistemas de mangues. E dentre a avifauna observada houve um destaque maior para uma espécie que se encontra na lista de animais ameaçados de extinção, sendo os principais riscos para essa espécie a destruição do mangue e os altos índices de poluição da água por efluentes domésticos.

Assim, apesar do demasiado crescimento urbano na Região de Aracaju muitas residências vêm sendo construídas sem qualquer infraestrutura inclusive sem esgotamento sanitário (FRANÇA e REZENDE, 2010), o que explica a distribuição da rede de esgoto atingir menos de 70% dos domicílios nos restos das regiões excluindo unicamente Aracaju, tendo mesmo este uma distribuição inferior a 80% (Tabela 5). E esse esgoto não tratado acaba contribuindo para a contaminação da água ameaçando assim não somente a qualidade de vida da população como a degradação ambiental (FRANÇA e REZENDE, 2010; ALMEIDA e BARBIERI, 2008).

Entre os municípios desta região somente Santo Amaro das Brotas apresentou uma carência maior nos serviços de rede de água e coleta de lixo, possuindo um atendimento destes serviços inferior a 70%. E Santo Amaro também foi o município a apresentar a situação mais precária de distribuição de rede de esgoto possuindo um valor percentual inferior a 4% em 2010 (Tabela 5).

Os municípios vizinhos ao município de Aracaju, Barra dos Coqueiros, Nossa Senhora do Socorro, Santo Amaro das Brotas, Laranjeiras, Maruim e São Cristóvão, não conseguem acompanhar os valores de distribuição de rede de esgoto, abastecimento de água e coleta de lixo, pois são compostos por uma população de renda mais baixa os quais foram “empurrados” para as cidades vizinhas devido ao alto valor do custo de vida da capital levantando assim moradias deficientes de infraestrutura básica (MATOS, 2010).

	Região de Aracaju	Aracaju	Barra dos Coqueiros	Nossa Senhora do Socorro	Santo Amaro das Brotas	Laranjeiras	Maruim	São Cristóvão
2010	Rede geral de esgoto	71,57	26,18	49,88	3,73	22,85	54,89	25,31
	Rede geral de água	97,91	78,43	94,39	63,2	73,43	71,23	81,04
	Coleta de lixo	99,03	81,74	92,01	68,64	75,59	73,5	76,29
2000	Rede geral de esgoto	56,38	7,32	46,17	0,59	11,64	41,12	22,05
	Rede geral de água	95,74	79,43	92,23	61,2	63,88	68,27	83,1
	Coleta de lixo	95,95	80,53	80,12	68,75	63,59	71,27	46,17

Tabela 5: Percentual de Serviços Públicos instalados na Região de Aracaju

Fonte: IBGE

Como já elucidado ao longo deste artigo o crescimento desenfreado da capital de Sergipe, Aracaju, é um dos motivos para ocorrência de ocupações irregulares, tanto as que ocorrem no próprio município como nos municípios vizinho a este. Algumas dessas moradias situam-se perto de áreas de manguegerando contaminação do ecossistema por meio de despejos de efluentes domésticos, sendo esta a principal forma de degradar esse frágil ecossistema, e além desse agravante algumas habitações fazem aterramento do manguezal perdendo assim os recursos naturais que poderiam ser oferecidos por ele.

Então a partir da tabela 6 pode-se avaliar a gravidade de alguns perigos gerados pelo crescimento urbano, ocupações irregulares e pela infraestrutura deficiente, como também comentar algumas formas de prevenir e minimizar que determinadas consequências ocorram ou que se agravem.

Análise Preliminar de Perigo (APP)						
Perigo	Causa	Consequência	Frequência	Severidade	Risco	Recomendações
Ocupações irregulares	Crescimento urbano acelerado	Infraestrutura básica deficiente favorecendo a contaminação por esgoto	D	II	Moderado	Investir em planejamento urbano que vise controlar o crescimento populacional nessas áreas
Aterro e/ou desmatamento do manguezal	Ocupações irregulares	Perda dos ativos ambientais, da fauna e da flora desse ecossistema	C	II	Menor	Recuperar a área degradada e impedir a ocupação de moradias sob estas condições
Poluição dos mangles por efluentes domésticos	Ocupações irregulares	Perda de animais silvestres e de flora típica desse ecossistema	E	II	Sério	Controle e monitoração dos efluentes líquidos que aportam através de dutos e implementação de programa de saneamento
Contaminação de qualquer ecossistema por esgoto	Infraestrutura básica precária	Perda de animais silvestres e de flora típica desse ecossistema	E	II	Sério	Controle e monitoração dos efluentes líquidos que aportam através de dutos e implementação de programa de saneamento

Tabela 6: Resultados da Análise Preliminar de Perigo (APP)

Fonte: confecção própria

CONCLUSÃO

Foi possível perceber através da análise da tabela 5 que os municípios têm que objetivar proporcionar melhores condições de vida para a sua população a partir de serviços básicos, como abastecimento de água, coleta de lixo e rede de esgoto. Além de buscar conciliar a valoração dos ecossistemas com a sua preservação, visto que os manguezais podem desempenhar várias funções como atividades de ecoturismo e de pesquisa, refúgio de animais e dispersão de sementes (WANDERLEY e WANDERLEY, 2003).

De acordo com Wanderley e Wanderley (2003) deve-se evitar ocupações em áreas frágeis, como em locais apontados como não arquitetáveis e em áreas merecedoras de proteção. Então para isso recomenda-se que haja um rigoroso controle da ocupação assim como um severo controle e monitoramento dos efluentes domésticos para que estes não prejudiquem mais os ecossistemas.

Seria também aconselhável que cada município investisse em campanhas de

educação ambiental, visto que as condições de abastecimento de água, coleta de lixo e rede de esgoto são muito precárias, até mesmo na capital de Sergipe, e o crescimento populacional dos municípios só tendem a aumentar, mesmo havendo lotação populacional, o que leva a agravar o quadro. Então conscientizar a população seria ótimo passo, visto que se cada indivíduo fizesse sua parte os índices desses serviços básicos poderiam melhorar agredindo assim com menos impacto o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. J. M.;BARBIERI, E. Biodiversidade das aves do manguezal da 13 de julho em Aracaju, Sergipe. *O Mundo da Saúde*, 32(3), 317-328, 2008.

ALMEIDA, J.R.;LINS, G.A.;AGUIAR, L.A.;AQUINO, A.R.;EGUTE, N.S.Análise de risco ambiental em estações de tratamento de esgotos (ETE) utilizando a análise preliminar de perigo (APP). *Rev. Bras. Pesq. Des.* - Vol. 10 - nº 2 - Agosto 2008

FRANÇA, S. L. A.;REZENDE, V. F. Conflitos ambientais e ocupação da zona de expansão urbana de Aracaju: distanciamento de uma prática sustentável. V Encontro Nacional da Anppas, 4,2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Cidades: Sergipe. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=28&search=sergipe>>. Acesso em: 27 de novembro de 2015.

LIMA, A.V.O. Degradação dos manguezais do município de Aracaju em decorrência da urbanização. Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, 2010.

MATOS, E. N. Dinâmica econômica, processo de urbanização e mercado de trabalho: o caso de Aracaju (1970-2005), 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA).Primeiro Relatório Nacional para a Conservação sobre Diversidade Biológica.Brasília, DF:MMA, 1998.

OLIVEIRA, K.E.J;RODRIGUES, A.J. Impactos ambientais no manguezal do bairro treze de julho, 2012.

WANDERLEY, L.L., WANDERLEY, M.L. Gestão ambiental e urbanização: o zoneamento ecológico-econômico da zona de expansão de Aracaju, capital do estado de Sergipe-Brasil.In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário/II Congresso do Quaternário de Países de Línguas Ibéricas/II Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa. Recife, 2003.

AValiação de Impacto Ambiental em uma Mata Ciliar na Cidade de Manaus

Data de aceite: 01/12/2023

Josimar Ribeiro de Almeida

Aposentado Escola Politécnica -UFRJ
<http://lattes.cnpq.br/3215586187698472>

Gustavo Aveiro Lins

Unira engenharia
<http://lattes.cnpq.br/5173989372426437>

Patrícia dos Santos Matta

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UERJ – ZO
<http://lattes.cnpq.br/2141772484348823>

Tetyana Gurova

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UERJ – ZO
<http://lattes.cnpq.br/8505053140543339>

Tatiana Santos da Cunha

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1206792034001854>

Cleber Vinicius Akita Vitorio

Helium Corp Engenharia
<http://lattes.cnpq.br/4275890458575782>

Oscar Rocha Barbosa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, IBRAG, DZ (LAZOVERTE)-RJ
<https://lattes.cnpq.br/6551622738384590>

RESUMO: Com o crescente aumento da população urbana nos grandes centros, os problemas ambientais ocasionados por essa situação são cada vez mais comuns e com conseqüências mais graves. A cidade de Manaus também vem sofrendo com os problemas apresentados pela falta de preservação de suas matas ciliares, que vêm sendo alteradas e modificadas pela ação antrópica. Contudo, este trabalho tem como objetivo principal, estudar os impactos ambientais ocorridos em uma mata ciliar existente na zona urbana dessa cidade, em virtude da construção de um empreendimento de propriedade particular, bem como a valoração econômica decorrente de tais impactos. A elaboração foi feita em três etapas, sendo a primeira a identificação da área através de imagens de localização da área de preservação permanente, levantamento topográfico e manuseio de relatórios técnicos; a segunda foi o levantamento bibliográfico para sustentar as discussões provenientes dos levantamentos executados e dos resultados adquiridos, referentes à valoração de compensação ambiental (VECA) executada na área afetada; e a terceira parte foi a elaboração e aplicação do projeto de recuperação de área degradadas (PRAD) para

repor as perdas identificadas e promover a regeneração dessa área. Através das ferramentas empregadas, se pôde chegar à conclusão que a ação antrópica exercida pelo empreendimento afetou de forma negativa a área abordada, como o aumento da taxa de sedimentação à montante, alteração da concentração de sólidos, aumento na turbidez, e o surgimento de voçorocas ao longo de grande parte do leito do igarapé, trazendo conseqüentemente prejuízos à fauna e à flora local. Com a utilização de ferramentas matemáticas, pôde-se realizar o cálculo de valoração econômica de compensação ambiental, que indica um valor teórico que corresponde aos custos para compensar o que foi degradado na área. Em função da situação apresentada, elaborou-se o Plano de recuperação da área degradada, a fim de mitigar os efeitos negativos sofridos, onde as ações tomadas se mostraram bastante eficientes, em função dos resultados obtidos a médio e longo prazo rea impactada.

PALAVRAS-CHAVE: Mata ciliar, compensação ambiental, valoração econômica.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL IMPACT IN A RIPARIAN FOREST IN THE CITY OF MANAUS.

ABSTRACT: With the growing population in the large urban centres, environmental problems caused by it are increasingly common, with more serious consequences. Manaus CITY is also suffering with the problems presented by the lack of preservation of their gallery forests, which are being amended and modified by anthropic. However, this work has as main objective, to study the environmental impacts occurring in a riparian forest existing in the urban area of this city, because of the construction of a complex of a private property, and as a result of such valuation economic impacts. The compilation was done in three stages, the first one being the identification of the area through images of location of the area of permanent preservation, surveying and handling of technical reports; the second was the bibliographic survey to sustain the discussions from surveys performed in results acquired, referring to the valuation of environmental compensation executed in the affected area, and the third part was the development and implementation of the project of recovering area degradadas to restore the losses identified and promote regeneration of this area. Through the tools employed, could be reached to the conclusion that the anthropic exerted by the enterprise to negatively affect the area addressed, such as improving the rate of sedimentation to the amount, change in the concentration of solids and increase in turbidity and the emergence of voçorocas over much of the bed of igarapé, thus bringing harm to local fauna and flora. With the use of mathematical tools, could be performed to calculate the economic valuation of environmental compensation, which indicates a theoretical value that corresponds to the costs to compensate for what has been degraded in the area. Depending on the situation presented, drafted up the Plan of recovery of degraded area, in order to mitigate the negative effects suffered, where the actions taken were very efficient, according to the results obtained in the medium and long term in the area impacted.

KEYWORDS: Riparian forest, environmental compensation, economic valuation.

INTRODUÇÃO

Vislumbra-se que existem vários aspectos relacionados aos impactos ambientais provenientes principalmente da ausência de mata ciliar e, na maioria das situações voltadas

para ocupação irregular do local, seja para moradias e/ou para instalação de edificações de interesses diversos.

Contudo, sendo a ação antrópica o principal mecanismo de causa e efeito dos impactos ambientais ocorridos em uma mata ciliar (área de preservação permanente), e neste contexto, existente dentro da zona urbana na cidade de Manaus, este estudo busca utilizar este aspecto como objetivo geral voltado para apontar mecanismos de minimização dos impactos ambientais existentes na área de preservação permanente, bem como para demonstrar o valor econômico da área em questão, viabilizando junto aos órgãos que integram as Políticas Públicas uma visão economicamente adequada às questões sociais e ambientais para o local. Utilizando uma metodologia aplicada ao uso de imagens satélites da área, levantamento bibliográfico e fotográfico, *ad hoc* analisados através de visitas *in loco* e através da fórmula matemática aplicada à valoração econômica de compensação ambiental – VECA, que servirão como instrumentos de complementação e suporte para direcionar as discussões, mecanismo facilitador absorvido dos resultados, garantindo uma conclusão baseada em fatores que viabilizem uma visão crítica sobre a problemática, baseada numa ótica sócio-econômico-ambiental que beneficiará a melhoria da qualidade de vida da sociedade.

A cidade de Manaus vem crescendo num ritmo muito acelerado e a visualização deste crescimento desordenado pode ser observada através das várias áreas invadidas, criadas sem planejamento urbano e que atualmente concentram em seu perímetro danos impactos e riscos ambientais que prejudicam o desenvolvimento, social, econômico e os aspectos naturais da região.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado em três etapas, baseadas em instrumentos técnicos de análise documental e mediante visitas *in loco*. Sob estes aspectos aponta-se como etapa inicial a identificação da área através de imagens de localização da área de preservação permanente, levantamento topográfico e manuseio de relatórios técnicos que retratam a área como de preservação permanente submetida a processos erosivos, estreitamento das margens e do leito do igarapé, comprometimento do lençol freático. A visita realizada no local possibilitou um diagnóstico multidisciplinar e detalhado das características da área e seus aspectos positivos e negativos provenientes da retirada da mata ciliar.

O segundo momento deste estudo está associado ao levantamento bibliográfico para sustentar as discussões provenientes dos levantamentos executados e dos resultados adquiridos, referentes à valoração de compensação ambiental (VECA) executada na área afetada.

A etapa final consiste na aplicação do projeto de recuperação de área degradadas (PRAD) para repor as perdas identificadas e promover a regeneração na área de

preservação permanente.

RESULTADOS

A área de mata ciliar localizada dentro do perímetro urbano na cidade de Manaus, no bairro do São Geraldo a $03^{\circ}06'39,98''$ S e $60^{\circ}01'41,32''$ entre a Rua Madre Catarina Ronci e Comunidade da Vila do Preciosíssimo, na Av. Constantino Nery, como apresentado na figura 2.

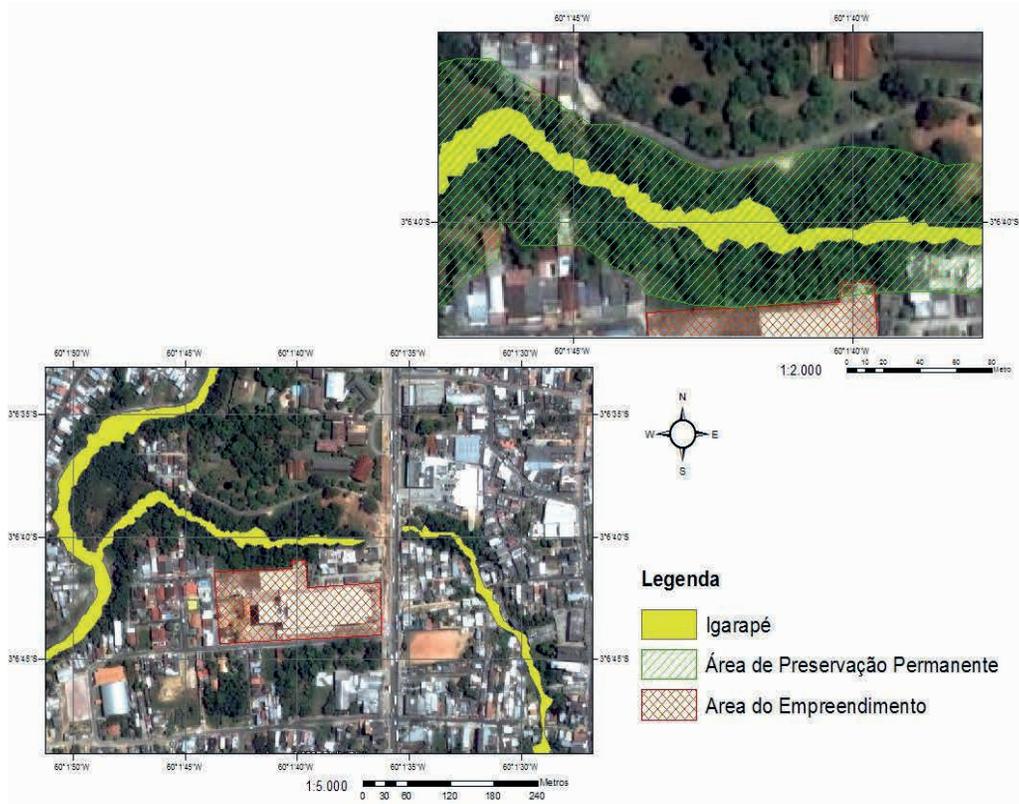


Figura 2 – Imagem de satélite da área de estudo.

Fonte: Google Earth.

Trata-se de uma área de preservação permanente, onde foram realizadas vistorias técnicas pelos órgãos ambientais no ano de 2005, a fim de averiguar danos e impactos ambientais no local, pelo fato do empreendimento ter construído uma estação de tratamento de efluentes invadindo parte do terreno destinado à área.

No diagnóstico ambiental elaborado *in loco* para constatar os reais impactos ambientais pode-se observar que, por conta de obras iniciais de instalação de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), houve atividade de remoção da vegetação local

e movimentação do solo de forma mecanizada, causando poluição física, carreamento de material para o igarapé, bem como poluição paisagística, degradação da área de preservação permanente e do curso d'água local.

O curso d'água local se caracteriza como um ambiente lótico, de 1,60 metros de largura, de baixa ordem, afluente do igarapé da Cachoeira. Sua bacia drena extensa área urbana residencial, encontrando-se fortemente antropizado, vez que é receptor de efluentes de esgotos doméstico/sanitários e de águas pluviais proveniente da urbe em derredor.

No período de enchente suas águas sobem, em função do bloqueio provocado pelos igarapés de maior ordem e grande impermeabilização na área aumentando o escoamento superficial, quando da decorrência de fortes chuvas em sua área de drenagem podem provocar transbordamentos, e as enxurradas águas abaixo (velocidade de corrente e vazão) só podem ser atenuadas se as áreas de inundação de seu curso estiverem bem preservadas.

A movimentação parcial da vegetação ciliar do igarapé, em função da movimentação do solo para instalação da obra de implantação da ETE, acarretou os seguintes impactos ambientais, o aumento da taxa de sedimentação à montante, em vista do assoreamento causado, devido ao pontual aporte de sedimentos pedológicos terrestres para o interior do corpo d'água e devido a alterações da concentração de sólidos em suspensão e o aumento na turbidez.

A vegetação local encontrava-se, mesmo anterior à intervenção da obra bastante "antropizado". A partir da identificação da disposição dos vegetais no sentido vertical, bem como da visão da floresta em perfil, considera que cada espécie vegetal tem seu limite de crescimento dentro da comunidade. Assim, cada camada formada por plantas tem aproximadamente a mesma altura na composição de um determinado tipo de vegetação. Tal estudo é de fundamental importância para determinar qual a espécie mais adequada para o tipo de ambiente de baixo alterado. Foram identificadas poucas árvores emergentes, havendo predominância de palmeiras do tipo patauá (*Oenocarpus bataua*) e buriti (*Mauritia flexuosa*); sub-bosque com muitas ervas de áreas encharcadas com um dossel entre 10-20 m, sua fisionomia varia com o nível e tempo de encharcamento. Em áreas mais encharcadas e abertas pode ficar completamente dominada por palmeiras arbóreas. Em algumas áreas pode ocorrer inundação periódica e algumas espécies típicas de várzeas e igapós podem ser encontrados.

Quanto à composição florística destacam-se algumas espécies arbóreas predominantes distribuídas no fragmento florestal. Fator importante para considerar na proposta de recuperação da área é a ocorrência de indivíduos nos diversos estágios de desenvolvimentos adultos, jovens e plântula. (Tabela1)

FAMÍLIA	NOME CIENTIFICO	NOME POPULAR	CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS
CECROPIACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Embaúba	10-15m de altura; pioneira, heliófita, dispersão-zoocoria; de beira de rios; frutos procurados pela avifauna e preguiça.
ARECACEAE	<i>Euterpe oleracea</i>	Açaí do Para	10-20m de altura; pioneira, heliófita, higrófitas, dispersão-zoocoria; de terrenos alagados; de valor paisagístico.
	<i>Mauritia flexuosa</i>	Buriti	15-25m de altura; heliófita, higrófitas, dispersão-baricoria; de áreasbrejosas ou permanentemente inundadas; de valor paisagístico.
LAURACEAE	<i>Nectrandra cuspidata</i>	Canela do Mato	4-8m de altura; heliófita, higrófitas, pioneira; de áreas capoeira de beira de rios; dispersão-zoocoria (pássaros).
BOMBACACEAE	<i>Pachira aquática</i>	Munguba	6-14m de altura; secundária, heliófita, higrófitas, dispersão-zoocoria-autocoria, de beira de rios; frutos procurados por várias espécies da fauna.
LEGUMINOSEAE MIMOSOIDEAE	<i>Ingá Edulis Mart</i>	Ingá Cipó	6-25m de altura; Planta Semidecídua, Heliófita, Seletiva, Xerófitas; Apresenta dispersão espaço e descontínua aolongo da área de distribuição; Introduzida.

Tabela 1 – Relação de espécies arbóreas predominantes na área do entorno à área de proteção permanente degradada e respectivas características ecológicas. Manaus 2005.

Essa situação, associada à presença de sementes de espécies pioneiras no solo, aponta para alta resiliência do sistema o que contribuirá para a recolonização da área. A faixa de vegetação preservada ao longo do igarapé, da área degradada, será determinante para o processo de sucessão secundária, essa faixa, quando dotada de significativa vegetação, e interligadas com outras áreas e espaços verdes urbanos o fluxo de mobilidade dispersora da fauna e flora e propicia mais rapidamente a recolonização de um ambiente degradado.

LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS

A avaliação dos impactos apresentados a partir deste detalhamento dos aspectos fisiográficos, nos dá uma visão das medidas que deverão ser aplicadas para recuperar o status original da área, mobilizando esta a um mecanismo de viabilidade econômica para o local e seu entorno, apresentando as seguintes, Tabela 2 (Identificação dos Impactos Ambientais negativos sobre o meio físico) e Tabela 3 (Identificação dos Impactos Ambientais negativos sobre o meio ambiente biológico).

FATOR AMBIENTAL	IMPACTOS OBSERVADOS
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	Possibilidade de alteração do microclima com conseqüências ao meio ambiente.
GEOLOGIA/ GEOMORFOLOGIA	Instabilidade dos taludes marginais do local; Mudanças na paisagem regional; Desaparecimentos de parte de áreas de terras; Degradação de solos para construção da estação de efluentes; Intensificação dos processos erosivos, com decorrente assoreamento e contaminação da água; Desgaste do perfil do solo; Impermeabilização do solo; Formação de voçoroca; Aumento escoamento superficial da água.
RECURSOS HIDRICOS	Transformação do meio hídrico; Contaminação e eutroficação das águas; Proliferação de macrófitas aquáticas; Erosão das margens; Receptor de efluentes de esgoto doméstico/sanitário; Receptor de águas pluviais; Aumento de sedimentos; Alteração da concentração de sólidos em suspensão.

Tabela 2 – Identificação dos Impactos Ambientais negativos sobre o meio físico.

FATOR AMBIENTAL	IMPACTOS OBSERVADOS
VEGETAÇÃO	Ação antrópico no local; Desaparecimento de áreas florestais e de outras formações vegetais; Presença de lixos urbanos.
FAUNA TERRESTRE	Redução da fauna; Alteração na composição da fauna; Dispersores de sementes; Predadores de insetos e outros.
FAUNA AQUÁTICA	Interrupção da migração de peixes; Alterações na composição da ictiofauna; Prejuízos a outros animais aquáticos.

Tabela 3 – Identificação dos Impactos Ambientais negativos sobre o meio ambiente biológico.

Cálculo da valoração econômica para compensação ambiental da área

A utilização dos recursos naturais pelo homem pode ser considerada como uma das causas de exaustão e degradação dos mesmos. Da forma como se dá, a realização de atividades produtivas e de consumo pode implicar em impactos ambientais capazes de suprimir sua utilização futura. Além da utilização de forma indevida dos recursos naturais existentes (que por sua vez são em grande maioria não-renováveis e não possuidores de substitutos) tem-se como problema o crescimento populacional e a elevação da atividade econômica, que são demandantes de maiores quantidades dos recursos naturais.

De acordo com MARTINS e FELICIDADE (2001), a valoração dos recursos ambientais seria um mecanismo eficaz para refletir no mercado os níveis de escassez de parte dos recursos naturais, propiciando condições para que a “livre” negociação nos mercados de commodities ambientais pudesse definir o nível ótimo de exploração e alocação desses recursos.

A valoração econômica dos recursos ambientais é fundamental para fixar a compensação financeira, correspondente aos impactos ambientais causados por empreendimentos ocorridos na fase de licenciamento ou já instalados. Serve para estabelecer as medidas mitigadoras necessárias, por se tratar de uma questão recente, os critérios econômicos para valoração ambiental necessitam de ajustes e aprimoramento

metodológico caso a caso. O presente trabalho apresenta uma proposta de valoração econômica para compensação ambiental referente a uma área de preservação permanente existente numa mata ciliar na zona urbana da cidade de Manaus, a qual condiz com a seguinte fórmula (adotando-se o R\$ como moeda):

$$VECA = (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5) \times V_{COMP}$$

I_1	Perda de área
I_2	Perda de uso público
I_3	Perda de produção de bens
I_4	Perda de recurso ambiental
I_5	Perda de serviço ambiental
V_{COMP}	% de compensação

$$I_1 = AEMP \times V_v$$

$AEMP$ = Área de Influência do Empreendimento $AEMP = 4 F^2 + 4 F(AE)^{1/2} + AEF =$
Faixa de Influência do Impacto Causado pela instalação /ou Edificação

AE = Área de Instalação ou Edificação V_v = Valor Venal Médio de AE

$$A_{EMP} = 4 F^2 + 4 F(AE)^{1/2} + AE$$

$$A_{EMP} = 4 \times (20)^2 + 4 \times 20 \times (52,5)^{1/2} + 52,5 \text{ m}^2$$

$$A_{EMP} = 1600 + 2100 + 52,5$$

$$A_{EMP} = 3752,5 \text{ m}^2$$

$$I_1 = AEMP \times V_v$$

$$I_1 = 3752,5 \times 205,39$$

$$I_1 = 770.725,98$$

$$I_2 = (AEMP / AUP) \times VI \times VN$$

$AEMP$ = Área de Influência do Empreendimento AUP = Área Afetada de Uso Público

VI = Valor de Ingresso ou Valor de Acesso

VN = Visitação Média Anual ou N° Anual de Ingressos $I_2 = (AEMP / AUP) \times VI \times VN$

$$I_2 = (3752,5/0) \times 0 \times 0$$

$$I_2 = 0$$

$$I_3 = (AEMP / AP) \times PP$$

$AEMP$ = Área de Influência do Empreendimento AP = Área de Produção de Bens

PP = Potencial Produtivo Estimado $I_3 = 3752,5/4) \times 6$

$$I_3 = 5628,75$$

$$I_4 = (AEMP / ABH) \times PRA \times V$$

$AEMP$ = Área de Influência do Empreendimento ABH = Área da Bacia Hidrográfica

Impactada PRA = Preço do Recurso Ambiental Desfrutável V = Montante Desfrutável do Recurso Ambiental $I_4 = 0$

$$I_5 = VE \times AEMP$$

AEMP = Área de Influência do Empreendimento VE = Valor dos serviços ambientais

$$I_5 = 0$$

Portanto, a Valoração Econômica para Compensação Ambiental apresenta o seguinte resultado:

$$VECA = (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5) \times V_{COMP}$$

$$VECA = (770.725,98 + 0 + 5628,75 + 0 + 0) \times 30\%$$

$$VECA = 232.906,42$$

RECUPERAÇÃO DA ÁREA

As matas ciliares são formações ribeirinhas com características vegetacionais definidas por uma interação complexa de fatores dependentes das condições ambientais ciliares. O ambiente ribeirinho reflete as características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas, hidrográficas e da própria fragmentação antrópica dessa condição, que atuam como elementos definidores de paisagem e, portanto das condições ecológicas locais. Conhecidas igualmente como Ripárias ou de Galeria, desempenham funções muito importantes na manutenção da qualidade das águas, na estabilidade dos solos, na regularização dos regimes hídricos (manutenção de um fluxo menos flutuante ao longo do ano), na questão das cheias/inundações, no processo de controle do assoreamento dos rios, contribuindo, finalmente, para sustento da fauna aquática e ribeirinha. Possuem, ainda, importância vital para proteção dos mananciais, para controle dos nutrientes, sedimentos, adubos, agrotóxicos e erosão do solo sendo, por fim, importante na definição das características físicas, químicas e biológicas dos rios (RODRIGUES, 2000);

A sucessão ecológica é a substituição ordenada e graduada de uma comunidade por outra, até que se chegue a uma comunidade relativamente estável. A sucessão primária ocorre em substratos recém formados, envolvem modificações substanciais do ambiente causadas diretamente e indiretamente pelos organismos pioneiros. A sucessão primária ocorre em áreas que não haviam sido ocupadas e/ou alteradas anteriormente por organismos. A sucessão secundária ocorre em comunidades preexistentes, seguindo a um distúrbio natural ou não. A evolução biológica de uma floresta (envelhecimento) se dá via diferentes grupos sucessionais (pioneira, secundária inicial, secundária tardia e clímax). Cada grupo sucessional possui suas próprias características quanto à composição florística, competição por luz, água, nutrientes e espaço, estratificação do dossel, importância ecológica das espécies, processo arquitetônico de construção da mata.

Lista de Espécies

Apresenta-se a seguir uma lista sugestiva de espécies nativas em função da disponibilidade em dois viveiros cadastrados no Ministério da Agricultura com responsável técnico pela produção das mudas (tabela 4)

<i>Família</i>	<i>Nome Científico</i>	<i>Nome Popular</i>	<i>Obs.</i>
ARECACEAE	Mauritia flexuosa	Buriti	Secundária
	Euterpe oleracea	Acaí do Para	Pioneira
	Oenocarpus bataua	Patauá	Atrativo a fauna
GUTTIFERAE	Rhedia gardneriana	Bacuri de Igapó	Atrativo a fauna
MELIACEAE	Carapa guianensis	Andiroba	Mata primária /secundária
BIGNONIACEAE	Tabebuia sp.	Ipê	Valor paisagístico
BOMBACACEAE	Pachira aquática	Munguba	Atrativa a fauna
LEGUMINOSAE– CAESALPINIOIDEAE	Cássia leiandra	Ingá-mari	Pioneira
LEGUMINOSAE– MIMOSOIDEAE	Parkia nítida	Paricá	Secundária
LEGUMINOSAE– PAPILIONIDEAE	Dipteryx odorata	Camaru	Mata Primária

Tabela 4 – Espécies florestais encontradas em viveiros de mudas localizados em Manaus, adequadas à área em questão:

Fonte: Lorenzi, H (2002)

Aquisição de Mudas

Um dos primeiros aspectos a considerar na recuperação de uma área degradada é a definição de espécies a serem utilizadas. Após a verificação da disponibilidade em viveiros locais e selecionadas aquelas que farão parte do elenco de espécies a serem utilizadas no plano, deverão ser contratados os fornecedores das mesmas. Tal preocupação tem por objetivo garantir a execução do arranjo (qualitativa e quantitativamente) definido. A seleção de espécies deve obedecer aos seguintes aspectos fitossanitários:

- As espécies plantadas devem proporcionar condições para o crescimento de outras espécies de interesse econômico ou conservacionistas;
- Não serem competidoras com as espécies a serem plantadas em etapas subsequentes;
- O ciclo de crescimento e de reprodução deve ser conhecido para evitar que, através de dispersão de sementes ou propagação vegetativa indesejável, promova a exclusão de outras formas de vegetação.
- Que sejam incluídas espécies atrativas para a fauna silvestre, especialmente, morcegos e aves;

- Devem apresentar rápido crescimento e serem adaptadas a condições do ambiente;
- Que, preferencialmente, sejam espécies nativas da região, uma vez que estas se apresentem mais adaptadas às condições ambientais locais;
- Utilizar espécies que contribuam para o enriquecimento do solo, redução do risco de erosão e favoreçam a infiltração e água.

Etapas do plano de recuperação

Em função dos conceitos teóricos apresentados a opção de otimização é a regeneração natural, forma ecologicamente mais correta, sob o ponto de vista do incremento da diversidade biológica ao logo dos estágios sucessionais de recuperação da área degradada em questão. O sistema não correrá o risco de torna-se homogêneo, devido às ações de recolonização da área alterada e enriquecimento vegetal da área do entorno.

A área possui boa composição florística vizinha, vez que as ações de remoção da vegetação cessaram em tempo hábil, não se caracterizando em remoção total da vegetação. O solo local possui grande quantidade de sementes e plântulas que poderão favorecer o processo.

Considerando o tamanho da área degradada e a relativa resiliência do sistema, produto da matriz na qual se encontra inserida, optou-se pela estratégia de Restauração *Sensu Lato* associada ao enriquecimento da área. Para tanto, as etapas propostas consistiram em isolar a área, eliminar seletivamente ao desbaste as espécies competidoras, induzi e conduzir propágulos autóctones, adensar as espécies com transplante de mudas e enriquecer a área com uso de mudas de espécies de interesse econômico e atrativo à fauna.

Obras de engenharia e medidas preventivas

Antes de qualquer iniciativa de plantio das mudas, deverão ser concluídas as obras de engenharia (movimentação de terra, regularização do leito do igarapé, proteção de taludes com gramíneas).

A aceleração da recuperação natural pode ainda ser conseguido através do espalhamento uniforme do material lenhoso vegetal derrubado no solo local, com o fim de formação de material húmico, necessário ao enriquecimento do solo, pela decomposição microbiana. Esta prática também favorece a formação de resistência física ao deslocamento superficial da água e conseqüentemente contenção de processos de erosão hídrica.

Preparação para plantio das mudas

As covas devem ser previamente marcadas em função do modelo utilizado, com

tamanho de 0,40 x 0,40 x 0,40m. Após a abertura da cova deve-se proceder ao coroamento ao redor das mesmas, num raio aproximadamente 0,80m. A seguir deve-se efetuar a aplicação de calagem 30 a 40 gr/cova de calcário dolomítico e 1 a 2 Kg/cova de composto orgânico. A calagem deverá ser efetuada com pelo menos um mês de antecedência e a adubação uma semana antes do plantio.

Aclimação, preparação e plantio das mudas

Adaptação das mudas às condições ambientais vigentes no local, visando o desenvolvimento de maiores condições de “pegamento”. Tal prática consiste em depositar as mudas na proximidade da área de implantação, em local protegido, procedendo à redução da frequência de irrigação e aumentando a incidência de luz. Aquelas mudas do entorno selecionadas para o transplântio deverão ser preparadas com o corte do torrão no estorno da planta (o tamanho do torrão pode variar com o tamanho da muda) e eliminação parcial da parte aérea (folhas) para compensar a perda de raízes e evitar o estresse hídrico.

O plantio das mudas ocorrerá, preferencialmente, no início, do período de chuvas e a distribuição das mesmas na área sujeita ao processo de enriquecimento ambiental deverá obedecer ao esquema representado graficamente no projeto. As Mudas mais frágeis deverão ser adequadamente tutoradas. Recomenda-se ainda, a colocação de cobertura morta na base da muda para favorecer a manutenção de umidade e redução do desenvolvimento de outras plantas.

Monitoramento ambiental

Vistoria periódica (mensal) para fins de verificação da implementação do projeto e correção de eventuais desvios, bem como nível e estabilização ambiental, estabelecimento de processo de regeneração natural, combate de pragas e doenças e eventuais podas.

CONCLUSÃO

Levando em consideração que a cidade de Manaus é abraçada por várias microbacias hidrográficas (Igarapés) e que a cultura da população está associada a comunidades ribeirinhas, este recurso é utilizado como um instrumento de subsistência para fins de alimentação, lazer e higiene. Porém, devido ao crescimento abrupto da cidade, a partir da década de 60, com o advento do Pólo Industrial de Manaus – PIM, muitas moradias e empreendimentos se instalaram às margens dos igarapés e serviam-se dos “benefícios”, que o recurso “gratuito” apresentava, tais como o abastecimento de água para banho, limpeza e alimentação. Além disto, são também visivelmente utilizados como redes de esgoto e depósito de lixo (resíduos descartados).

A qualidade da água é outro fator que agrega má qualidade de vida, devido à falta

de infra-estrutura e saneamento básico, redes de esgoto são lançadas diretamente nos igarapés, contaminando os corpos d'águas superficiais e subterrâneos.

O impacto aferido ao solo torna-se mais evidente devido à falta de aderência por parte da mata ciliar que cumpria seu papel de reduzir tanto a velocidade das águas precipitadas quanto de infiltração por parte das raízes.

Num detalhamento mais sucinto sobre os impactos acarretados à fauna, pode-se constatar que os espécimes aquáticos (peixes, jacarés, aves), estão ameaçados pela ação antrópica caracterizada pelo descarte de águas residuais e servidas no igarapé que, os quais adaptados ao meio modificado, sobrevivem às condições adversas do ambiente, o que pode vir a acarretar de forma indireta, comprometimento na cadeia alimentar das espécies, principalmente ao Homem.

Levando-se em consideração os temas abordados, a valoração econômica para compensação dos impactos observados da mata ciliar em questão foi realizada com o auxílio de uma ferramenta matemática que quantifica alguns aspectos de grande relevância para a situação encontrada, como: a perda de área (I1) e a perda da produção

de bens (I3). Outros aspectos não tiveram relevância na elaboração do cálculo como a perda de uso público (I2), a perda de recurso ambiental (I4) e a perda de serviço ambiental (I5), por não terem contribuição significativa para a área abrangida. O valor observado de R\$ 232.906,42 (duzentos e trinta e dois mil e novecentos e seis reais e quarenta e dois centavos) indica um valor teórico que corresponde aos custos para compensar o que foi degradado na área.

Mediante a situação apresentada, tomou-se o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) como ferramenta de mitigação dos impactos ambientais ocorridos. Observou-se as ações a serem tomadas desde o seu planejamento até sua execução e acompanhamento dos resultados. Esta ferramenta se mostrou bastante eficiente, em função dos resultados obtidos a médio e longo prazos na área impactada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R.. **Perícia Ambiental Judicial e Securitária, Dano passivo ambiental**. Rio de Janeiro, Thex, 2006.

C. GASCON & P. MUTINHO. **Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo**. Ministério da Ciência e Tecnologia: INPA: Manaus: 1998.

KAGEYAMA, P. & GANDARA, F. B. Recuperação de Áreas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares: Conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP / FAPESP, 2000.

MARTINS, R.C., FELICIDADE, N. **Limitações da Abordagem Neoclássica como Suporte Teórico para a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil**. In: FELICIDADE, N., São Carlos: Rima., 2001.

LORENZI, H. Árvores **Brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbores do Brasil. Vol. 1 Nova Odesa –OS: Instituto Plantarum.2002.

LORENZI, H. Árvores **Brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbores do Brasil. Vol. 2 Nova Odesa–OS: Instituto Plantarum.2002.

OLIVEIRA J. A **Cidade de Manaus Visão Interdisciplinar**. Manaus: EDUA, 2003.

RIBEIRO, J.E.L.S. et al. **Flora da Reserva Ducke**: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra – Firme na Amazônia Central. Manaus: INPA 1999.

RIVAS, A. FREITAS, C. E. C. **Amazônia**: Uma Perspectiva Interdisciplinar. Manaus: UFAM, 2002.

RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para Recuperação de Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares**: Conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP / FAPESP, 2000.

RODRIGUES, R. R. Uma Discussão Nomenclatura das Matas Ciliares. In: **RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. Matas Ciliares**: Conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP / FAPESP, 2000.

VIERA, L.S.; SANTOS, P.C.T.C. 1987. Amazônia: seus solos e outros recursos naturais. In: **NIRO HIGUCHI** et al. **Projeto Jacarandá – Fase 2 Pesquisas Florestais na Amazônia Central**. Manaus: INPA, 2003.

TRATAMENTO DO IGARAPÉ DO GIGANTE TRECHO JARDIM VERSALHES POR MEIO DO SISTEMA DE LODOS ATIVADO

Data de submissão: 07/11/2023

Data de aceite: 01/12/2023

Dianne Tainah Costa dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas - IFAM, Campus
Centro, Departamento de Infraestrutura.
Manaus - AM
<http://lattes.cnpq.br/1278247083553924>

Ana Maria Dias da Silva Lucena

Tecnologia do Amazonas - IFAM, Campus
Centro, Departamento de Infraestrutura.
Manaus – AM
<http://lattes.cnpq.br/3426441277160847>

RESUMO: O Igarapé do Gigante atravessa os bairros Planalto e Redenção, está situado na Zona Centro-Oeste de Manaus-AM, especificamente no trecho Jardim Versalhes. Este trecho é o foco de estudo para o desenvolvimento de um projeto que possa contribuir para a revitalização desse curso d'água, que se encontra em parte dentro da malha urbana, recebendo o despejo de esgoto residencial, e, por essas ligações estarem conectadas ao igarapé, passando por residências improvisadas às suas margens, ocasiona constante poluição de seu curso. Por meio de levantamento fotográfico, entrevistas e folheto de pesquisa foram obtidas informações físicas

da poluição do curso d'água. Também foi realizado o comparativo com outros dois igarapés da capital, em relação a poluição das nascentes do curso dentro da malha urbana e o curso final.

PALAVRAS-CHAVE: Igarapé do Gigante; projeto de Tratamento; Urbanização; poluição de cursos d'água; Manaus.

TREATMENT OF THE IGARAPÉ DO GIGANTE STRETCH OF JARDIM VERSALHES USING THE ACTIVATED SILT SYSTEM

ABSTRACT: The Giant's Igarapé runs through the Planalto and Redenção neighborhoods and is located in the Midwest of Manaus-AM, specifically in the Garden of Versailles section. This stretch is the focus of study for the development of a project that could contribute to the revitalization of this watercourse, which is partly within the urban fabric, receiving residential sewage, and, because these connections are connected to the Igarapé, passing through makeshift homes on its banks, causes constant pollution of its course. By means of a photographic survey, interviews and a research brochure, physical information was obtained on the pollution of the watercourse.

In addition, a comparison was made with two other streams in the capital, in relation to the pollution of the sources of the Igarapé within the urban fabric and the final course.

KEYWORDS: Giant's Igarapé; Treatment project; Urbanization; Watercourse pollution; Manaus.

INTRODUÇÃO

O presente estudo se deu, inicialmente, pelo Programa de Iniciação Científica, observando a poluição do curso d'água do Igarapé do Gigante, trecho Jardim Versalhes, pelo Instituto Federal do Amazonas – IFAM, e financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM. Quanto ao *corpus* da pesquisa, o Igarapé do Gigante é um dos únicos, em meio à malha urbana, que ainda tem parte do curso de suas águas preservado, logo, observar as consequências ambientais do escoamento de esgotos doméstico no igarapé tem importância e relevância, pois além de água ser um recurso finito o excesso de lixo no igarapé contribui para enchentes devastadoras em períodos chuvosos (com transbordamento) ou transformam-se em corpo receptor de esgoto e um lixão a céu aberto nos períodos de baixa do rio.

Partindo da observação do potencial habitual de poluição visível a olho nu no trecho do Igarapé do Gigante, pôde-se tecer e idealizar uma estratégia para revitalização e preservação do mesmo. Assim, ao longo da pesquisa, foi pensado a possibilidade de um sistema que pudesse tratar o curso e, com as ideias propostas, projetar uma solução viável para retirar ou tratar e/ou minimizar o impacto do desague de esgoto residencial e lixo no igarapé, possibilitando a recuperação desse curso d'água.

Comparar a situação do Igarapé do Gigante com outros igarapés que, também, se encontram em meio à malha urbana como o Igarapé Beira Rio, no Coroadó, e o igarapé no Bairro Petrópolis. Enfatizando as consequências do descaso, com estes Igarapés que já apresentam poucas chances de recuperação, uma vez que suas nascentes se encontram poluídas, por atravessarem a malha urbana de Manaus, pois, nos bairros mencionados, a urbanização iniciou, historicamente, em suas margens. Para Carvalho 2022, A falta de alternativa de moradia urbana acessível, principalmente para os grupos de baixos rendimentos, provocou a aparição de assentamentos informais, com moradias precárias e sem titulação de solo sobre áreas ambientalmente vulneráveis, nas margens dos igarapés da cidade.

A partir das investigações e levantamento fotográfico *in loco*, pode-se constatar a possibilidade de desenvolvimento de um projeto que trate os cursos d'água do Igarapé do Gigante que estão em contato com a malha urbana, por meio do sistema de lodos ativados. A partir de 1920, o processo difundiu-se e vem sendo extensamente utilizado até os dias atuais tanto em sua forma original - o chamado lodo ativado convencional - quanto sob a forma de variantes, todas elas baseadas no processo convencional. onde a parte poluída

seria tratada, para que possa desaguar no curso intacto de forma limpa, posteriormente até encontrar os cursos dos rios de forma tratada, Da-Rin *et al.* (2006).

Usou-se, como metodologia, pesquisa bibliográfica para correlacionar com o tema. Procedimentos de folhetos de pesquisa de opinião e entrevista com os moradores locais, além de levantamento fotográfico para constatar e registrar a poluição dos cursos por meio de redes de esgoto residenciais conectados ao igarapé e o excesso de lixo despejado no curso do trecho durante dia em horários diferentes.

A água, que é fundamental à vida, satisfaz completamente as exigências estipuladas na resolução nº 357, de 17 de março de 2005, que afirma ser elemento natural responsável pelo abastecimento para consumo humano, com desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; encontra-se presente em proporções elevadas na constituição de todos os seres vivos, inclusive no homem, em que atinge cerca de 75% de seu peso. Sua influência foi primordial na formação das aglomerações humanas. Como consequência dessa aglomeração, a atividade humana gera impactos ambientais que repercutem nos meios físicos, biológicos e socioeconômicos, afetando os recursos naturais e a saúde humana. Esses impactos refletem nas águas, no ar, no solo e na própria atividade humana.

O controle das substâncias químicas perigosas, o manejo adequado dos recursos hídricos e dos resíduos sólidos, o controle de ruídos, das vibrações e das radiações são essenciais para a proteção do meio ambiente natural e do ambiente modificado onde vive e trabalha o homem (Brasil, 2006). Com isso, faz-se necessário descartar de forma correta resíduos sólidos, evitando a contaminação da água dos igarapés.

De acordo com o Manual de saneamento (2004), O esgoto doméstico é aquele que provem principalmente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõe de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas. O resultado da utilização de tais locais são substâncias químicas e resíduos sólidos que de acordo com Dacach (1984) Normalmente, utilizavam-se recipientes de barro ou de metal para a coleta desses resíduos, que posteriormente eram despejados em áreas baldias, ou em escavações feitas no terreno ou em cursos d'água. Logo, o despejo de esgoto doméstico e resíduos sólidos já é um péssimo hábito antigo.

Projetar e possibilitar que redes de esgotos convencionais funcionem requer alto investimento e tempo, principalmente em bairros muito extensos. Conforme (Mota, 1997), A solução indicada para cidades é um sistema coletivo de esgotamento, porém em cidades onde a urbanização aconteceu de forma desordenada e as redes de esgoto foram adaptados aos cursos de igarapés que cortam a cidade, os projetos dessas redes precisam se adequar às residências já existentes e demandam tempo e o custo é elevado.

Concomitante a isso, o processo de urbanização de uma cidade geralmente acontece de forma desordenada, uma vez que a população, na tentativa de ter um local para morar,

acaba procurando espaços vazios para construir sua moradia. Além da construção de residências em locais inadequados para habitação, o saneamento básico também acaba sendo um fator irrelevante para quem busca habitar nessas zonas. De acordo com Souza, 2010, morar para os moradores da região Amazônica significa principalmente estar em contato íntimo com a água que lhe serve não somente para saciar sua sede e matar sua fome, representava ainda sua estrada, seu banheiro, seu trabalho, seu contato com o mundo e sua identidade enquanto sujeito histórico.

Dessa forma, a cidade de Manaus não é uma exceção e, por apresentar cursos d'água por vários trechos que cortam a cidade, um dos problemas que a capital enfrenta é a poluição desses cursos denominados igarapés. A ocupação e poluição dos igarapés são um grande problema. Mesmo sendo área de preservação, não é um impedimento para que parte da população se aloje permanentemente nas proximidades das margens dos igarapés em meio à malha urbana. Essa prática é uma herança das chamadas cidades flutuantes Figueiredo (2017) descreve:

Seu início, segundo a historiadora Francisca Deusa Sena Costa, começou por volta de 1920, e se acentuou a partir dos anos. Logo, atingindo seu apogeu na década de 1960, quando seus casebres atingiram um total de aproximadamente 1.200 barracos, abrigando perto de 12.000 pessoas em seu interior. Esse enorme aglomerado urbano aquático ocupava uma vasta área fluvial, cujo entorno principal se estendia do cais do porto de Manaus. pg 245

Ainda de acordo com Figueiredo (2017), mas a conhecida Cidade Flutuante, que existiu em Manaus e foi destruída em 1966, é uma página à parte na história do nosso Estado. Embora as casas flutuantes deixassem de existir na frente da cidade passaram a ser fixas nas margens ou dentro dos Igarapés. Lemos (2010) afirma que:

Nos anos 70 Manaus se torna um polo atrativo através da criação da Zona Franca de Manaus, quando um grande contingente populacional migra para a cidade a procura de oportunidade de trabalho e maiores condições econômicas. Manaus, portanto, passa a abrigar em seu solo urbano imensos contingentes de pessoas vindas de outras regiões e do interior do estado. As populações com menos valor aquisitivo passam a ocupar terrenos menos valorizados pelo mercado imobiliário de Manaus, vivendo em áreas de risco e degradando o leito dos igarapés com seus dejetos sólidos ou através de águas servidas.pg 31

Vale ressaltar que a região amazônica do Brasil é privilegiada ao se tratar de águas (Sousa *et al.*, 2016, p. 1). A cidade de Manaus, por exemplo, desde sua fundação e elevação já apresentava em seu vasto território cursos de água que atravessavam – e ainda atravessam – trechos da cidade. Os assentamentos irregulares se expandem sobre as áreas verdes, margens de igarapés e de nascentes dos mananciais que permeiam a cidade, contribuindo para a formação de vazios urbanos. Desse modo, os problemas de poluição dos igarapés são recorrentes, no meio urbano existe o contraste no mesmo bairro

entre a urbanização, vias, casas e curso de água; os igarapés, já em estado de poluição, são resultado de uma urbanização forçada e sem planejamento. Com isso, acaba, servindo – e em alguns lugares ainda servem – como local de disposição de esgotos domésticos (Almeida, 2005).

IGARAPÉ DO GIGANTE

O igarapé do gigante está localizado na área do Jardim Versalhes, Redenção, na Zona Centro-Oeste da cidade de Manaus. Segundo informações disponibilizadas pela Organização Oré (2021), o Igarapé do Gigante é um dos últimos rios que nasce dentro de Manaus e não foi totalmente encoberto pela malha urbana. Atravessando favelas, vizinhanças de classe média e os bairros mais ricos da cidade, recebe esgoto e um grande volume de lixo, despejados no Rio Negro antes do rio desaguar no Amazonas. Apesar da poluição, animais, peixes e aves da região ainda são vistos em boa parte do igarapé.

Ativistas e coletivos de cidadãos do entorno se mobilizam pela sua preservação. O Gigante resume os desafios de milhares de rios que cruzam as cidades brasileiras. De acordo com Alphaville apud (Soares) *et al* 2019 Dentre as principais alterações hídricas identificadas na microbacia do Gigante estão: perda de solo por processos erosivos devido a desmatamento e falta de práticas conservacionistas, rebaixamento do lençol freático, eutrofização por efluentes domésticos e industriais, assoreamento dos igarapés contribuintes, alteração da dinâmica hídrica e na qualidade das águas superficiais, sobrecarga na infraestrutura de saneamento, disposição inadequada de resíduos sólidos, aumento da demografia por meio da ocupação irregular, além do aterramento de uma das nascentes da microbacia.



Figura 1 Margens do Igarapé do Gigante nas proximidades da praça do Jardim Versalhes.

O trecho do igarapé estudado faz parte da Parque Linear do Igarapé do Gigante (APA), criada pelo Decreto nº 1.500 de 27/03/2012, que abrange parte da bacia do igarapé do Gigante e engloba uma área de 155,18 ha, no bairro Tarumã, Zona Oeste de Manaus. Apesar de apresentar trechos com Área de Preservação Permanente bastante preservada, o igarapé está ameaçado pelo crescimento da cidade naquela zona (SEMMAS, 2013).

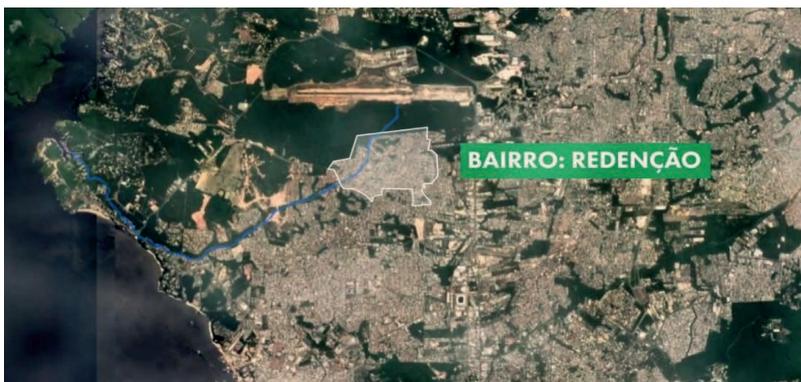


Figura 2 Unidades de Conservação da microbacia do Igarapé do Gigante Manaus.

As atividades de urbanização desordenadas próximas às margens de igarapés contribuem para a contaminação deles. Essas ocupações seguem os cursos dos igarapés, transformando-os e degradando-os. A água, que era limpa e cristalina, passou a ser poluída de forma avassaladora (Machado; Zaneti; Higuchi, 2019). O Igarapé do Gigante Trecho Jardim Versalhes, é dos Igarapés que enfrentam as consequências dessa urbanização desordenada, recebe ao longo do dia excretas.

Como Manaus cresceu de forma intensa e desordenada, os canais de muitos igarapés já eram utilizados como corpo receptor de esgoto, mas foi na mesma década, isto é, em 1990, que outro fator passou a ser causador de alterações ambientais: a retirada da cobertura vegetal das margens do igarapé (Machado; Zaneti; Higuchi, 2019). No Igarapé do Gigante essa parte do trecho Jardim Versalhes apresenta as moradias mencionadas que estão literalmente dentro do curso e servem de quintal e de corpo receptor para o esgoto doméstico da residencial e ainda de lixeira a céu aberto uma vez que é visível os inúmeros resíduos sólidos presentes em suas águas ainda existem, moradias afastadas da margem do Igarapé, mas com a rede de esgoto domestica ligadas ao trecho como corpo receptor de esgoto residencial.



Figura 3 Lixo nas margens do Igarapé do Gigante, Manaus - trecho de estudo no bairro Redenção.

A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DAS ÁGUAS DO IGARAPÉ DO GIGANTE: COMPARAÇÃO COM OUTROS IGARAPÉS JÁ PREJUDICADOS PELA MALHA URBANA.

Azevedo (2008) destaca que a ocupação no Estado do Amazonas acompanhou o curso dos rios, uma vez que os mesmos representavam várias facilidades, como é o caso, por exemplo, do transporte via barcos, que se mantém como o principal meio de transporte na Amazônia. Contudo, essa ocupação não pode ser analisada como se fosse natural, em que os habitantes da região estariam sempre procurando o lugar das águas para construir as suas habitações.

Nesse contexto, entende-se que a poluição vivia e ainda vive sob os igarapés de Manaus logo seu povoamento foi nas margens e de forma literal em cima do curso d'água, o que segundo Corrêa (2022) quando houve um grande movimento socioespacial na cidade, decorrente da locomoção de centenas de famílias da conhecida "Cidade Flutuante", típico povoamento que se estabelecia nas águas do Rio Negro. Com a política de higienização da orla da cidade, Arthur Reis estabelecia os alicerces para o que viria ser a Zona Franca de Manaus em 1967. O Igarapé passa por uma implementação onde o solo ensacado utilizado para drenagem do igarapé, chamados popularmente de Rip Rap que ainda segundo a autora:

O momento em que o igarapé em questão recebe a implementação de grandes tubulações construídas pela prefeitura e que estas passam a despejar todo tipo de esgotamento sanitário e doméstico para seu leito, é também o momento que marca sua transição da condição de um curso d'água natural à de esgoto e, de igual modo, quando deixa de ser referenciado como "igarapé" e passa a ser designado também pelo epíteto de Rip Rap.pg 30

IGARAPÉ BEIRA RIO

Hodiernamente, essa prática de poluir igarapés é chamada de “lixeiros viciadas”, aproximadamente 2 km de extensão, a secretaria municipal de limpeza pública também volta se às atenções às áreas comumente usadas como lixeiras viciadas no bairro. “Essa é uma prática ruim e antiga no bairro. Frequentemente, a Secretaria Municipal de Limpeza Pública- SEMULSP desarticula lixeiras viciadas no Coroado (Lilian D’Araújo, Portal Prefeitura de Manaus). É notório ressaltar que as águas do igarapé eram limpas e usadas para banho, limpeza de roupas e alimentação, pois as condições de moradia dos habitantes eram precárias. Até que, por fim, parte do trecho usado para o saneamento resultou na poluição. O igarapé do coroado ainda apresenta o aspecto de abandonado, onde a população segue poluindo. Nota-se a coloração esverdeada da água, semelhante ao lodo verde comum em canaletas do esgoto, e permite concluir que se trata interinamente de um curso de esgoto coletivo para suprir todas as demais residências próximas ou não próximas do igarapé.



Figura 4 Esgoto residencial ligado ao Igarapé Beira Rio no bairro Coroado, localizado em Manaus.

Conforme informações dadas por Tiago Melo (2012), outro igarapé que se encontra envolto na malha urbana, que tem seu curso constantemente poluído diariamente pelo despejo de lixo e esgoto residencial, é o Igarapé do Petrópolis. Fundado em setembro de 1951 pelo coronel Alexandre Monotrilho, o Bairro Petrópolis, recebeu este nome do próprio coronel por ter a geografia, formada por elevações e baixadas, semelhante à da cidade de Petrópolis, no Rio de Janeiro. Segundo relatos históricos, o processo de urbanização do local foi impulsionado após a grande enchente de 1953 que afetou inúmeras famílias do interior do Amazonas. Com suas casas destroçadas pela força da água, os moradores do interior migraram para Manaus em busca de abrigo. Atualmente, o bairro ainda enfrenta problemas com o odor e funciona, também, como corpo receptor de esgoto; logo após sua

nascente, o curso percorre por casas no modelo palafitas que estão em contato direto com ele, e todo lixo, mais uma vez, segue ao longo do curso da água.



Figura 5 Igarapé do Petrópolis, no bairro Petrópolis, em Manaus.

Ainda de acordo com Tiago Melo (2012), mais de sessenta anos depois, infraestrutura e saneamento básico no bairro continuam sendo a principal reivindicação de seus 46 mil habitantes. Se há 61 anos, os moradores reclamavam da falta de água encanada e rede elétrica, hoje eles reclamam da falta de limpeza e do forte odor que atinge, principalmente, os moradores do entorno do igarapé que corta o bairro. Isso corrobora, mais uma vez, que apenas limpar não resolve o problema da contaminação da água em si. Além disso, no Igarapé do Petrópolis, o problema é ocasionado pela proximidade das residências no igarapé. A limpeza é ineficaz, os resíduos sólidos e o esgoto residencial, todos os dias, são despejados no igarapé.

Ao comparar os Igarapés Beira Rio e Petrópolis com o Gigante, conclui-se que os três sofrem poluição de forma direta pelo fato de haver residências próximas as suas margens. Logo, são contaminados pelo esgoto e pelo lixo sólido que são despejados direta e diariamente nos seus cursos d'água. Existem trechos em que a tubulação de esgoto residencial desagua nesses igarapés. Porém, o Igarapé do Petrópolis, assim como o Beira Rio, brota da nascente já poluído, assemelhando-se a córregos de esgoto. Já o Igarapé do Gigante nasce limpo. Esses trechos, do local de estudo, são preservados e até recebem ações comunitárias de remoção de lixo bruto.



Figura 6 Trecho intacto do Igarapé do Gigante, no bairro Redenção, em Manaus.

No Igarapé do Gigante, nos trechos que estão em malha urbana, encontra-se uma grande área verde que não sofre diretamente com as ações humanas e, pela coloração da água, é possível observar sua cor natural, por isso, ainda é possível a realização do tratamento de seu curso. Por outro lado, os outros dois igarapés, Petrópolis e Beira Rio, apresentam a coloração esverdeada, característica de esgoto urbano, e margens tomadas por lixo.

DA COLETA DE DADOS E ENTREVISTA COM MORADORES

Das pessoas entrevistadas, e que residem há muito tempo próximo do igarapé ou não residem, mas trabalham há muito tempo. Consideram o igarapé pouco poluído, que seu odor é fraco, mas afirmaram que em dias chuvosos o igarapé transborda; frequentam a praça, mas o odor vindo das águas do igarapé os incomoda.

Os moradores afirmaram ainda, que não existe contribuição de resíduos sólidos das residências próximo da praça, as quais não contribui para a poluição do igarapé. Segundo um morador, a área urbana próxima do igarapé era, na verdade, um grande lago que foi aterrado para que pudesse ser povoado. No entanto, como consequência, qualquer tipo de escavação – rasa ou funda – acaba formando olhos d'água, decorrente do antigo lago que existia, sendo impossível ser construído, por exemplo, fossa sépticas nas residências e condomínios próximos. Com isso, todo o dejetos residencial é escoado no igarapé do Gigante.

Ainda no relato do mesmo, há 20 anos era possível usufruir do igarapé para banho, pesca e outras formas de lazer, pois suas águas eram limpas. Nessa época, ainda não havia povoamento em massa e nem residências próximas que despejassem resíduos em seus cursos. Além disso, o morador relatou que os lixos e dejetos que aparecem no igarapé vêm de diversas residências de bairros como Planalto, Redenção, entre outros.

Confrontando o relato do morador ao que foi observado na pesquisa de campo no Igarapé do Gigante, é possível observar buracos decorrentes de escoamento de excrementos fecais, exalando forte odor nas margens do igarapé, bem como canos e tubulações de esgoto ligados às residências próximas.

ALTERNATIVA DE TRATAMENTO

Como o objetivo de eliminar os impactos e garantir que as água do Igarapé do Gigante do trecho Jardim Versalhes – Redenção chegue a sua subafluente sem resíduos sólidos que contaminam sua afluenta, entende-se ser necessário, principalmente no trecho um sistema de tratamento que retenha os resíduos e trate a água. São vários os processos de tratamento que são utilizados em função da composição do esgoto e das características que se desejam para o efluente da estação depuradora, as quais dependem da capacidade do corpo receptor de receber carga poluidora e dos usos da água a jusante do local de lançamento, Mota (1997), Logo, refuta – se a necessidade do tratamento do igarapé do Gigante que no presente momento acomoda todo o lixo e a carga poluidora é o resultado da ligação da tubulação de esgoto direta com cursos de água que atravessam o bairro em que está situado.

Para Nuvolari (2011), quando o esgoto sanitário, coletado nas redes, é lançado *in natura* nos corpos d'água, isto é, sem receber um tratamento prévio, dependendo da relação entre as vazões do esgoto lançado e do corpo receptor, pode-se esperar, na maioria das vezes, sérios prejuízos à qualidade dessa água. Além do aspecto visual desagradável, pode haver um declínio dos níveis de oxigênio dissolvido, afetando a sobrevivência dos seres de vida aquática, exalação de gases malcheirosos e possibilidade de contaminação de animais e seres humanos pelo consumo ou contato com a água contaminada. Embora o Igarapé do Gigante apresente o indício de fauna aquática e flora coexistente, existe o risco de contaminação dessa fauna aquática, pois, sem tratamento, esses seres podem deixar de existir no ambiente e, até mesmo, morrer pela ação dos agentes químicos contaminantes advindos dos esgotos residenciais.

Para tratamentos de água é possível escolher entre dois processos, sendo eles naturais e artificiais. Geralmente, os processos artificiais requerem áreas muito mais reduzidas que os naturais. Exemplificando isso, percebemos que entre os processos biológicos, os filtros biológicos e os lodos ativados requerem apenas um centésimo da área necessária a seus congêneres naturais, campos de infiltração e lagoas de estabilização (Imhof, 1996). Portanto, para maior eficácia no tratamento dos cursos d'água do Igarapé do Gigante, no trecho Jardim Versalhes – Redenção, o tipo de tratamento ideal é o processo artificial, chamado “lodos ativados”. Um procedimento que é comumente utilizado para tratamentos de esgotos readequados: ao invés de receber redes de esgotos ligados a estação, vai receber parte do igarapé, do trecho Jardim Versalhes, ligado ao sistema de

lodo.

Sobre os “lodos ativados”, trata-se do sistema mais utilizado nas grandes ETES (Estações de Tratamento de Esgoto) e apresentam inúmeras variações. Uma dessas variações se chama sistema convencional, que é composto por diversas unidades, cuja finalidade principal é a remoção dos sólidos presentes no esgoto. (Nuvolari, 2011). A figura a seguir ilustra o funcionamento do sistema convencional:

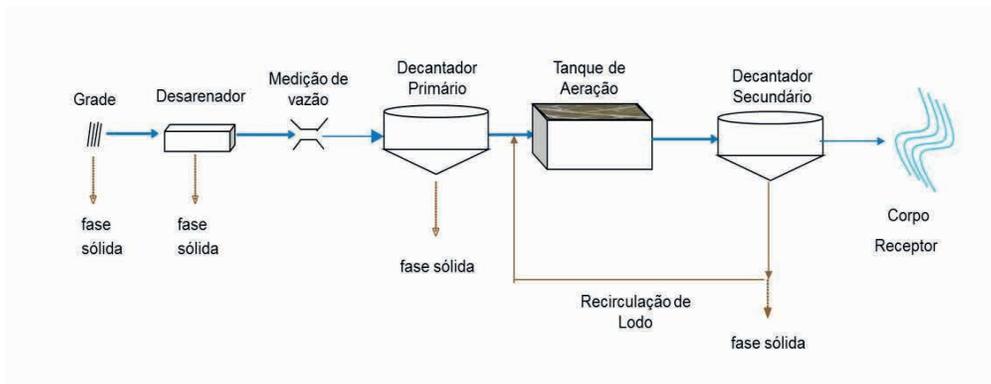


Figura 7 Esquema do tratamento de esgotos por lodos ativados convencional (Portal Tratamento de Água, 2019)

Nas grades, são removidos os sólidos grosseiros. Na caixa de areia ou desarenador, retem-se partículas de areia de até 0,2 mm, com a presença do medidor de vazão para manutenção da velocidade horizontal dentro da faixa, dado que as caixas do desarenador precisam estar de acordo com a velocidade do escoamento e, além disso, o medidor de vazão é responsável pelo controle da altura da água. Na parte inicial do trecho do Igarapé do Gigante é onde ficariam as grades e o medidor de vazão de acordo com a distância de uma margem para outra. Nos decantadores primários, faz-se a remoção dos sólidos sedimentáveis (lodo primário). No reator biológico, os sólidos não sedimentáveis (dissolvidos e finamente particulados) são incorporados à massa biológica, retirada no decantador secundário (lodo secundário). Uma parte desse lodo é circulada de volta para o reator, visando manter uma quantidade adequada de microrganismos nessa unidade, e parte é descartada (Nuvolari, 2011). Essas fases do tratamento fazem-se necessárias fora dos cursos das águas do Igarapé do Gigante, mas ficariam conectados pois a disposição final da água tratada precisa voltar para parte do curso que vai ser a receptora.

A chamada fase líquida, isto é, o líquido que está sendo tratado, após a passagem pelos decantadores secundários, estará livre de quase toda a carga de sólidos originalmente presentes no esgoto, uma vez que é impossível, talvez até antieconômico, no processo convencional, pretender atingir uma eficiência de 100% na remoção dos sólidos presentes. Dentre os sólidos ainda presentes no esgoto já tratado, há ainda muitos microrganismos, sendo estatisticamente provável a presença de organismos patogênicos e, assim, em

algumas ETES, fazem a desinfecção dessa água antes de lançá-la no corpo receptor (Nuvolari, 2011).

A fase sólida, composta pelos lodos primário e secundário, antes de poderem seguir para sua destinação final, devem passar por tratamentos complementares como espessamento, digestão (geralmente anaeróbia), condicionamento químico e desaguamento, para que assim possa diminuir a putrescibilidade e os volumes a serem dispostos (Nuvolari, 2011). Essa fase é o objetivo de todo o tratamento pois a partir desse decantador secundário a água do Igarapé do Gigante voltaria para curso receptor tratado, descontaminado e sem resíduos sólidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ser uma área de preservação, no geral, o Igarapé do Gigante ainda possui trechos de suas efluentes contaminados por resíduos sólidos e esgotos residenciais, uma vez que na cidade de Manaus a maior parte das redes de esgoto improvisadas escoam e desaguam em cursos d'água, visto que os igarapés estão presentes por várias áreas urbanas da cidade. Portanto, faz-se necessário continuar a realização de campanhas de preservação desses cursos d'água, enfatizando que não errado e prejudicial é a poluição dele por resíduos sólidos e esgoto residencial contaminados. No entanto, é importante continuar buscando meios de recuperação dos igarapés que já se encontram poluídos e contaminado, com isso, uma vez que se obtenha tal tratamento adequado, faz-se necessária a devida manutenção para que o projeto dê certo.

Além disso, no trecho Jardim Versalhes – Redenção do Igarapé do Gigante, os moradores que foram entrevistados – frequentam e vivem nas proximidades – enfatizaram que parte do trecho do igarapé é preservado e que o lixo nas margens da água advém de outros bairros, desaguando no trecho estudado. No entanto, ainda é visível as consequências da poluição no igarapé.

No mais, o projeto de uma estação convencional de lodos ativados como solução para a poluição dos cursos d'água, uma vez que se trata de um curso de igarapé de acordo com todos os levantamentos realizados e as comparações feitas para desenvolver o projeto ainda faz necessário um melhor estudo do local para a implantação, adequando-se um pouco mais à frente do trecho para que o corpo receptor a receber a água já tratada seja o rio. Ou ainda, a parte tratada pode conectar com a parte quase intacta do igarapé, mas para isso faz necessário o estudo de mais trechos a frente desse.

Logo, embora seja apenas o estudo de um trecho, faz-se necessário viabilizar uma forma de tratar todos os trechos finais do Igarapé do Gigante, pois é um dos últimos com nascente natural e que possui toda uma ação de proteção para preservação e vale ressaltar faz necessário projetar estruturas de sistema de tratamento de esgoto e cursos de água poluídos afim de lidar com consequências do processo desordenado de urbanização de

idades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. C. M. de. **Habitabilidade na cidade sobre as águas: desafios da implantação de infraestrutura de saneamento nas palafitas do Igarapé do Quarenta, bairro Japiim, Manaus/AM.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2005.

AZEVEDO, RENILDO VIANA AZEVEDO, **Conflitos socioambientais urbanos: o caso da revitalização de igarapés da cidade de Manaus.** Manaus UEA, 2008.

ÁREAS PROTEGIDAS. **SEMMA**, 2013. Disponível em: Áreas Protegidas (semmas.manaus.am.gov.br). Acessado em: 12 jan 2022.

BARBOSA, Tatiana da Rocha. **Ocupações urbanas e a (re) produção das moradias populares em Manaus: estudos no bairro do Coroado e Loteamento Rio Piorini.** Manaus: UFAM, 2009.

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

BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

CARVALHO, ANGÉLICA DE MATOS. **Políticas públicas de habitação antagonismo às moradias impróprias na cidade de Manaus.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação: Mestrado Profissional em Sociedade Cultura na Amazônia-PPGSCA, da Universidade Federal do Amazonas-UFAM,2022.

Coroado recebe limpeza de igarapés, fiscalização e conscientização. **Prefeitura de Manaus**, 2016. Disponível em: <https://www.manaus.am.gov.br/noticias/manaus/coroado-recebe-limpeza-de-igarapes-fiscalizacao-e-conscientizacao/>. Acesso em: 21 jan. 2022.

CORRÊA, S. A. L. Do igarapé ao Rip Rap: o processo de constituição da paisagem de um “lugar perigoso” em Manaus. *RURIS* (Campinas, Online), Campinas, SP, v. 14, n. 1, p. 18–48, 2022.

Coroado recebe limpeza de igarapés, fiscalização e conscientização. Prefeitura de Manaus, 2016. Disponível em: <https://www.manaus.am.gov.br/noticias/manaus/coroado-recebe-limpeza-de-igarapes-fiscalizacao-e-conscientizacao/>. Acesso em: 21 jan. 2022.

DA-RIN *ET AL.*, BENITO PIROPO DA- RIN *ET AL.*, **Edição revista e atualizada do material didático Técnicas de Tratamento de Esgoto**, publicado pelo SENAI-RJ, em parceria com a CEDAE, em 2006.

DACACH, NELSON GANDU DACACH, **Sistemas urbanos de esgoto.** Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.

FIGUEIREDO, AGUINALDO FIGUEIREDO, **Tópicos: História do Amazonas.** Manaus: Editora Grafisa, 2017.

LEMOS, JANETH DE ARAUJO, **Vivendo a transição de ambiente de moradia: um estudo com moradores do Parque Residencial Manaus - PROSAMIM.** - Manaus: UFAM, 2010.

MANUAL DE SANEAMENTO. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

MELO, Tiago. Mau cheiro do Igarapé de Petrópolis vira alvo de reclamações, em Manaus: Quinze toneladas de resíduos são retiradas diariamente do Igarapé. “Me sinto a mãe Lucinda, morando no lixão”, afirma moradora da área. **G1 AM**, 2012. Disponível em: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2012/08/mau-cheiro-do-igarape-de-petropolis-vira-alvo-de-reclamacoes-em-manaus.html>. Acesso em: 21 jan. 2022.

IERVOLINO, Luiz Fernando. Sistema de lodos ativados. **Portal Tratamento de Água**, 2019. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/sistema-lodos-ativados/>. Acesso em 27 jul. 2022.

IMHOFF, Karl R. **Manual de tratamento de águas residuárias**. Tradução Max Lothar Hess. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

IMPACTO IGARAPÉ DO GIGANTE. **ORÉ**, 29, janeiro de 2021. Disponível em: Impacto Igarapé do Gigante – ORÉ (ore.org.br). Acessado em: 12 jan 2022.

LA ROVERE, A. L. N.; VELLOSO, R.; CRESPO, S. **Projeto geo cidades**: relatório ambiental urbano integrado: informe GEO: Manaus. 1ª ed. Rio de Janeiro: IBAM, ISER, REDEH, 2002.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**; [desenhos, Alexsandra Barreira; Capa Heron Curg] - Rio de Janeiro: ABES, 1997 292p.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2ª ed. rev. atualizada e ampl. São Paulo: Blucher, 2011.

MACHADO, Ana Lucia Soares; ZANETI, Izabel C. B. B.; HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto. A degradação dos cursos hídricos urbanos, uma abordagem sobre gestão e educação ambiental. **RIAAE—Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 14, n. 3, p. 1124-1138, jul./set., 2019. e-ISSN: 1982-5587. DOI: 10.21723/riaee.v14i3.11416. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/11416/9042#info>. Acesso em: 21 jan 2022.

SOUSA, Rafaela Sales de. et al. Água e saúde no município de Igarapé-Açu, Pará. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 1095-1107, out./dez. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902016157497>>. Acesso em: 21 jan 2022.

SOUZA, Leno José Barata. **A “Cidade Flutuante”** de Manaus: discutindo conceitos. **AEDOS**, v. 3, n. 6. UFRGS - Porto Alegre, 2010.

MACHADO, Ana Lucia Soares; ZANETTI, Izabel C. B. B.; HIUGCHI, Maria Inês Gasparetto. **A degradação dos cursos hídricos urbanos, uma abordagem sobre gestão e educação ambiental**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 14, n. 3, p. 1124-1138, jul./set., 2019. e-ISSN: 1982-5587. DOI:10.21723/riaee.v14i3.11416

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), licenciado em Química (2011) e Bacharel em Química Industrial (2023) pela Universidade de Uberaba (UNIUBE), em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única (FUNIP). Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista em Ciências da Natureza e Mercado de Trabalho (2022) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e especialista em Química Analítica pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo (FAMESP) em 2023. Mestre (2015) e doutor (2018) em Química Analítica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Realizou o primeiro estágio Pós-Doutoral (de maio de 2020 a abril de 2022) e cursa o segundo estágio (2022- atual) na UFU com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de Contaminantes de Preocupação Emergente (CPE) em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto. Atualmente é químico e responsável técnico pelos laboratórios da Unicesumar/Polo Patrocínio e professor do SENAI-GO. Atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (i) Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (ii) estudos de acompanhamento do CPE; (iii) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (iv) Aplicação de processos oxidativos avançados ($H_2O_2/UV\ C$, $TiO_2/UV\ A$ e foto-Fenton e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (v) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (vi) Educação Ambiental e; (vii) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências Naturais, especialmente biologia e química. É membro do corpo editorial da Atena Editora desde 2021 e já organizou mais de 70 e-books e publicou 40 capítulos de livros nas diferentes áreas de Ciências da Natureza, Engenharia Química e Sanitária/Ambiental, Meio ambiente dentre outras áreas afins.

A

Ações antrópicas 13

Afluentes 43, 63

Agência Nacional de Águas (ANA) 14

Agenda 2030 10, 18, 19, 21, 22

Água 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 30, 32, 35, 36, 37, 38, 43, 45, 47, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67

Água potável 7, 11, 13, 14, 18, 19, 20, 21

Águas pluviais 10, 14, 15, 43, 45

Amazonas 24, 27, 53, 54, 57, 59, 60, 66, 67

Área de preservação permanente 39, 41, 42, 43, 46, 58

Ativos ambientais 29, 37

B

Business Intelligence (BI) 2, 3, 4

C

Cidade flutuante 56, 59, 67

Coleta de lixo 17, 32, 35, 37, 38

Conscientização ambiental 28, 29

Corpo receptor 25, 54, 58, 60, 63, 65

Crescimento urbano 10, 28, 29, 32, 35, 36, 37

Curso d'água 43, 53, 54, 59

D

Danos ambientais 28

Degradação ambiental 28, 35

Desarenador 64

E

Ecosistemas 18, 19, 28, 29, 32, 35, 37

Esgotamento sanitário 8, 16, 17, 35, 59

Esgoto residencial 53, 54, 58, 60, 61, 65

F

Fauna 37, 40, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 63

Flora 37, 40, 44, 52, 63

G

Gases do Efeito Estufa (GEE) 16

H

Hidrômetros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

I

Igarapé 25, 40, 41, 43, 44, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

Impactos ambientais 11, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 51, 55

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) 21

L

Lixo 16, 17, 26, 28, 29, 32, 35, 36, 37, 38, 50, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65

Lodos ativados 54, 63, 64, 65, 67

M

Malha urbana 53, 54, 56, 57, 59, 60, 62

Mangues 29, 31, 35, 37

Manguezais 9, 17, 28, 30, 37, 38

Matas ciliares 39, 47, 51, 52

Micromedição 2, 3

Moradias sustentáveis 25

Mudanças climáticas 9, 16, 17, 18, 19, 21, 23

O

Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 18

Ocupações irregulares 28, 29, 36, 37

Organismos patogênicos 64

Organização Mundial de Saúde (OMS) 14

P

Passivo ambiental 29, 51

Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) 12

Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 12

Poluição 16, 21, 30, 35, 37, 43, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 65

Q

Qualidade de vida 10, 11, 12, 13, 21, 26, 28, 35, 41, 50

R

Reator biológico 64

Recursos hídricos 12, 22, 51, 55

Recursos naturais 29, 36, 45, 52, 55

Rede de esgoto 28, 32, 35, 37, 38, 58

Região de Aracaju 28, 29, 30, 34, 35, 36

Resíduos sólidos 10, 12, 22, 55, 57, 58, 61, 62, 63, 65

S

Saneamento básico 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 51, 56, 61

Submedição 2, 3, 4, 7

T

Turbidez 40, 43

V

Valoração Econômica de Compensação Ambiental (VECA) 40, 41

Vulnerabilidades socioambientais 9, 10, 11, 12, 13, 21

Z

Zona costeira 9, 16, 17, 19, 20, 23, 30, 38

Zona Franca de Manaus 56, 59

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

conceitos
fundamentais e
aplicações práticas

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

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

conceitos
fundamentais e
aplicações práticas

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