



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE



NÍVEL MESTRADO

JOYCE HELLY DA ANUNCIAÇÃO SOARES

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS EM UM TRECHO DA
REDE DE DRENAGEM COM EXULTÓRIO NO BAIRRO 13 DE JULHO EM
ARACAJU/SE**

**São Cristóvão/SE
2022**

JOYCE HELLY DA ANUNCIAÇÃO SOARES

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS EM UM TRECHO DA
REDE DE DRENAGEM COM EXULTÓRIO NO BAIRRO 13 DE JULHO EM
ARACAJU/SE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe (PRODEMA/UFS), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Linha de Pesquisa: Dinâmica e Avaliação Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa

**São Cristóvão/SE
2022**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S676a Soares, Joyce Helly da Anunciação.
Análise dos impactos do lançamento de esgotos em um trecho da rede de drenagem com exultório no bairro 13 de julho em Aracaju / Joyce Helly da Anunciação Soares; orientador Jailton de Jesus Costa. – São Cristóvão, SE, 2022.
127 f.; il.

Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e meio ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Impacto ambiental - Sergipe. 2. Esgotos. 3. Drenagem. 4. Saneamento. 5. Água - Qualidade. I. Costa, Jailton de Jesus, orient. II. Título.

CDU 504:628.2(813.7)

JOYCE HELLY DA ANUNCIAÇÃO SOARES

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS EM UM TRECHO DA
REDE DE DRENAGEM COM EXULTÓRIO NO BAIRRO 13 DE JULHO EM
ARACAJU/SE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe (PRODEMA/UFS), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2022, às 9h.



Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa
Universidade Federal de Sergipe
Presidente-Orientador

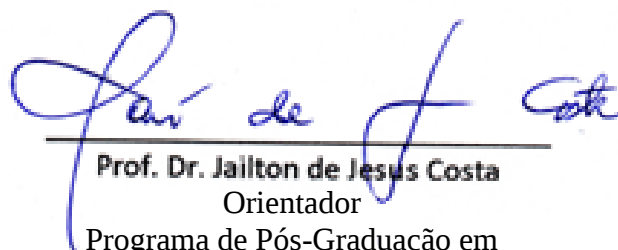


Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa
Universidade Federal de Sergipe
Examinador Interno



Prof. Dr. Luiz Carlos Souza Silva
SEDUC/SE e DESO
Examinador Externo

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente concluído no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

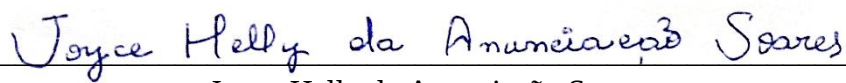


Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa

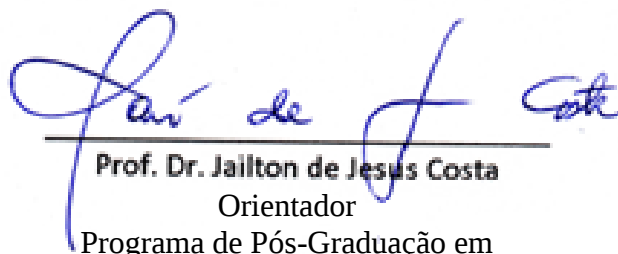
Orientador

Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe - UFS

É concedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) responsável pelo Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Dissertação e emprestar ou vender tais cópias.



Joyce Helly da Anunciação Soares
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe - UFS



Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa
Orientador
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe - UFS

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta dissertação contou com a ajuda de diversas pessoas e entidades, dentre as quais agradeço:

Ao professor orientador Jailton de Jesus Costa, que me acompanhou e a partir da sua orientação me proporcionou crescimento pessoal e profissional, dando todo o auxílio na elaboração do trabalho.

Aos professores Inajá e Luiz Carlos que acompanharam o meu desenvolvimento desde a qualificação, trazendo contribuições riquíssimas e essenciais para o aperfeiçoamento da dissertação.

Aos colegas do mestrado, em especial Erik e Augusto, que me auxiliaram nas coletas e análises laboratoriais, tornando possível o andamento da pesquisa, e me mostraram que é possível formar laços que transpassam o ambiente acadêmico.

À DESO pelo fornecimento de dados fundamentais para o desenvolver do trabalho.

E finalmente, a CAPES por subsidiar a pesquisa através do consentimento da bolsa que foi crucial no custeio das coletas e análises das amostras.

LISTA DE FIGURAS

Introdução

Figura 01 - Diagrama de alças causais com análise sistêmica do problema.	20
---	----

Artigo 1

Figura 01 - Fotos aéreas de Aracaju, região central, em 1969. Forma semelhante ao tabuleiro de xadrez.	26
Figura 02 - Obras de aterro no bairro Treze de Julho (sem data).	27
Figura 03 - Projeto da rede de esgotos existente em Aracaju no ano de 1923.	29
Figura 04 - Obras de ampliação de emissário conectado ao estuário do Rio Sergipe (1972).	30
Figura 05 – ETES E ERQS discriminadas no mapa da Grande Aracaju.	34

Artigo 2

Figura 01 - Localização do canal de macrodrenagem e dos pontos de coleta.	44
Figura 02 - Pontos de Coleta.	49
Figura 03 - Box Plots de valores medianos na estação chuvosa para a) SS; b) SDT.	49
Figura 04 - Box Plots de valores medianos na estação seca para a) SS; b) SDT.	49
Figura 05 - Box Plots de valores medianos na estação seca e estação chuvosa para DBO.	52
Figura 06 - Box Plots de valores medianos na estação seca e estação chuvosa para Óleos e Graxas.	53

Artigo 3

Figura 01 - Localização dos pontos amostrais da rede de drenagem.	65
Figura 02 – a. Ponto de Coleta P01; b. Ponto de Coleta P02; c. Ponto de Coleta P03.	66
Figura 03 - a. Ponto de Coleta P04; b. Ponto de Coleta P06; c. Ponto de Coleta P05.	66
Figura 04 - Box Plots da variação de valores e das medianas por Ponto de Coleta para: a) Sólidos Dissolvidos Totais; e b) Sólidos Totais.	69
Figura 05 - Proximidades do ponto P01.	70
Figura 06 – Proximidades do ponto P06.	70
Figura 07 - Box Plots da variação de valores e das medianas por Ponto de Coleta para Condutividade Elétrica.	72
Figura 08 - Box Plots da variação de valores e das medianas por Estação para: a) Turbidez; e b) pH.	75
Figura 09 - Box Plots da variação de valores e das medianas por Estação para: a) Salinidade; e b) STD.	75
Figura 10 - Box Plots da variação de valores e das medianas por Estação para: a) SST; e b) ST.	76
Figura 11 – Comparação da variação dos valores para Estação Chuvosa e Seca para: a) Turbidez; e b) pH.	79
Figura 12 - Comparação da variação dos valores para Estação Chuvosa e Seca para: a) Salinidade; e b) SDT.	79

Figura 13 - Comparação da variação dos valores para Estação Chuvosa e Seca para: a) SS; e b) ST.	79
Figura 14 - Comparação da variação dos valores para Estação Chuvosa e Seca para: a) DBO; e b) Óleos e Graxas.	80

Artigo 4

Figura 01 - Localização do bairro Treze de Julho no município de Aracaju, no estado de Sergipe.	89
Figura 02 - Bairro Treze de Julho em 1970.	90
Figura 03 - Obras no bairro Treze de Julho, então Praia Formosa.....	91
Figura 04 - Bairro Treze de Julho após remodelação em meados do século XX.	92
Figura 05 - Ruas do bairro Treze de Julho, após remodelação, em 1972.	92
Figura 06 - Bairro Treze de Julho na década de 1980.....	93
Figura 07 – Predominância de verticalização no Bairro Treze de Julho entre 1962 e 2014.	94
Figura 08 - Bairro Treze de Julho, final do século XX, início do século XXI.....	95
Figura 09 - Bairro Treze de Julho, início do século XXI.	95
Figura 10 - Obras de contenção no bairro Treze de Julho.	96
Figura 11 – Aterro na obra de contenção da maré na Orla do Bairro Treze de Julho.....	97
Figura 12 - Aterro na contenção da maré no mangue do Bairro Treze de Julho.	97
Figura 13 - Tubulação de drenagem com possibilidade de retorno devido efluentes ao nível da tubulação.	98
Figura 14 - Nível das águas do canal de drenagem à altura próxima da superfície.	98
Figura 15 - Efluentes do canal acima do nível da tubulação de recebimento em evento de preamar.....	99
Figura 16 - Identificação dos pontos críticos de inundação no bairro Treze de Julho em situação de preamar.....	100

LISTA DE QUADROS

Artigo 2

Quadro 01 - Identificação e descrição dos pontos de coleta.45

Artigo 4

Quadro 01 - Características de localização física e geográfica dos pontos identificados como críticos de inundação.101

Quadro 02 – Identificação fotográfica e ambiental dos pontos críticos de inundação.....102

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 01 – Dados sobre o sistema de esgotamento sanitários de Aracaju durante a década de 1990.	32
--	----

Artigo 2

Tabela 01- Resultados das concentrações de sólidos totais por mediana dos pontos em comparação às literaturas.	48
Tabela 02- Resultados das concentrações de DBO por mediana dos pontos em comparação às literaturas.	51
Tabela 03 - Resultados das concentrações de Óleos e Graxas por mediana dos pontos em comparação às literaturas.	53
Tabela 04 – Valores de Coliformes termotolerantes e Coliformes totais.	55

Artigo 3

Tabela 01 - Índices de atendimento de água e esgoto no Município de Aracaju.	67
Tabela 02 – Múltipla comparação dos valores de p para STD e ST tendo como variável independente o ponto de coleta.	69
Tabela 03 – Valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão para STD e ST para os pontos P01 e P06.	71
Tabela 04 – Múltipla comparação dos valores de p para CE tendo como variável independente o ponto de coleta.	72
Tabela 05 – Valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão para CE para os pontos P01, P04 e P06.	73
Tabela 06 - Múltipla comparação dos valores de p para pH, Turbidez, Salinidade, STD, SST e ST tendo como variável independente a Sazonalidade.	74
Tabela 07 - Valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão para Turbidez, pH, Salinidade, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Suspensos e Sólidos Totais para cada estação.	77

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas

ADEMA – Administração Estadual do Meio Ambiente

ANOVA – Análise de Variância

APHA – *American Public Health Association*

CE – Condutividade Elétrica

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe

ERQ – Estação de Recuperação de Qualidade

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITPS – Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe

LABSAN – Laboratório de Saneamento

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

pH – Potencial Hidrogeniônico

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PRODEMA – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

SS – Sólidos Sedimentáveis

ST – Sólidos Totais

UFS – Universidade Federal de Sergipe

WHO – *World Health Organization*

RESUMO

O desenvolvimento e urbanização acelerada das cidades, aliados ao aumento da população, e a falta de planejamento adequado, vêm atrelados à grandes cargas de resíduos gerados e impactos ambientais, quando esses são lançados de forma irregular no ambiente. Ao somar-se a sistemas de saneamento urbano deficitários, provoca-se externalidades negativas de cunho social, ambiental e/ou econômico. A disposição inadequada de esgotos sanitários é uma das principais causas de poluição de recursos d'água no Brasil. Portanto, os esgotos que fluem para a rede de drenagem, contribuem também, e de modo significativo, para essa poluição. Diante do exposto, o estudo objetiva analisar o processo de contaminação do canal de drenagem com exultório situado no bairro Treze de julho, visando identificar a relação com possíveis ligações irregulares de esgoto sanitário. A partir do uso do método hipotético-dedutivo e de uma pesquisa com abordagem quantitativa e caráter explicativo, partiu-se para o teste da hipótese. Os pontos de destaque da pesquisa consistiram na pesquisa de campo, com observação direta, para averiguar pontos críticos do canal de drenagem e o ponto de lançamento no rio Sergipe, e na pesquisa experimental, com coleta de amostras do canal de drenagem. Em uma contextualização histórica, constatou-se como o funcionamento inicial deficitário dos serviços de saneamento influenciaram no acometimento de ligações clandestinas e despejo de efluentes indevido. Em análise contemporânea, constatou-se que os valores de SDT e coliformes fecais indicam contaminação da rede de drenagem por presença de esgotos sanitários. Porém, a DBO apresentou concentrações abaixo das características de esgoto lançados *in natura*. No que diz respeito à diferença significativa para a localização do ponto de coleta e quanto à sazonalidade, conclui-se que o principal fator de influência na composição da água da rede de drenagem em estudo é o carreamento de poluentes, a partir do escoamento superficial, em períodos de maior precipitação. Finalmente, os pontos críticos de inundação no bairro Treze de julho apresentaram impactos e riscos quanto à mobilidade urbana, à saúde e de ordem econômica.

Palavras-chave: Drenagem Urbana; Efluentes; Impactos Ambientais; Saneamento Básico.

ABSTRACT

The accelerated growth and urban development in the cities, associated with population growth, and lack of proper planning, are related to large loads of waste produced and environmental impacts, when these are released irregularly into the environment. When combined with deficient urban sanitation systems, it causes negative social, environmental, and/or economic externalities. The inadequate disposal of sanitary wastewater is one of the main causes of water resource pollution in Brazil. Therefore, the sewage flowing into the stormwater system also contributes significantly to this pollution. Therefore, the study aims to analyze at the process of contamination of the drainage channel with exultory located in the Treze de julho District, to identify the relationship with possible irregular connections of sanitary sewage. By using the hypothetical-deductive method and a quantitative and explanatory research, set out to test the hypothesis. The research highlights consisted of field research, with direct observation to verify critical points of the drainage channel and the release point in the Sergipe River, and experimental research, with sample collection from the drainage channel. In a historical contextualization it was verified how the initial deficient functioning of the sanitation services influenced the occurrence of clandestine connections and the improper disposal of effluents. A contemporary analysis showed that the values of TDS and fecal coliforms indicate contamination of the drainage network by the presence of sanitary sewage. However, BOD presented concentrations below the characteristics of sewage discharged in natura. Regarding the significant difference for the location of the collection point and regarding seasonality, it is concluded that the main factor of influence in the composition of the water of the drainage network under study is the carriage of pollutants from surface runoff in periods of higher precipitation. Finally, the critical flood points in the Treze de Julho neighborhood presented impacts and risks regarding urban mobility, health and economic order.

Keywords: Basic Sanitation; Effluents; Environmental Impacts; Urban Drainage.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	16
Artigo I – Saneamento em Aracaju: uma contextualização histórica com enfoque na problemática de despejo de efluentes e drenagem urbana	21
Resumo/Abstract	22
Introdução	23
Metodologia	24
Resultados e Discussão	24
Considerações Finais	36
Referências	37
Artigo II - Caracterização da Composição das Águas da Rede de Drenagem a partir de Parâmetros de Qualidade: estudo de caso em uma capital nordestina	39
Resumo/Abstract	40
Introdução	40
Referencial Teórico	41
Metodologia	43
Resultados e Discussão	48
Considerações Finais	56
Referências	57
Artigo III – Análise da Influência da Sazonalidade e da Localização na Composição das Águas do Canal de Macrodrenagem: Estudo de Caso em uma Capital Litorânea	59
Resumo/Abstract	60
Introdução	61
Referencial Teórico	61
Metodologia	64
Resultados e Discussão	68
Considerações Finais	80
Referências	81

Artigo IV – Efeitos das Inundações no Bairro Treze de julho: contextualização histórica e análise dos pontos críticos e impactos associados	84
Resumo/Abstract	85
Introdução	86
Referencial Teórico	86
Metodologia	88
Resultados e Discussão	90
Considerações Finais	113
Referências	114
CONCLUSÃO GERAL	117
APÊNDICES	120
Apêndice A – Outros dados do Estudo	121
ANEXOS	125
Anexo A – Termo de Responsabilidade e Compromisso da DESO	126

INTRODUÇÃO GERAL

Sendo o saneamento básico um componente indispensável à garantia de um meio ambiente salubre e de condições propícias ao desenvolvimento sustentável, a ONU, por meio da Agenda 2030, elaborou 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre os quais tratam de assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis e disponibilidade e gestão sustentável da água e do saneamento. Sendo alcançados através do manejo adequado de resíduos com a universalização do saneamento, e da redução da liberação destes para o ar, água e solo, minimizando seus impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente (ONU BR, 2015).

Quando se discute o crescimento urbano e aumento da população humana, consequentemente associa-se a um maior número de resíduos gerados, tanto sólidos quanto líquidos. Os sistemas de saneamento básico que tratam da gestão desses resíduos têm como função a coleta e disposição final deles, de modo a reduzir os impactos negativos dirigidos ao meio ambiente e à saúde dos seres humanos. A má gestão dos sistemas de saneamento básico, no manejo de resíduos líquidos, pode provocar externalidades negativas aos recursos hídricos receptores e à população que faz uso daquele recurso.

A partir desse contexto, o desenvolvimento e a urbanização acelerada das cidades vêm atrelados aos impactos ambientais gerados pelas grandes massas urbanas e pelas atividades antropogênicas. O crescente aumento da população implica em um maior número de resíduos gerados, principalmente em se tratando de efluentes sanitários residenciais e industriais, resíduos sólidos e sedimentos (AHMED *et al.*, 2018; FIA *et al.*, 2015, p. 268).

Oliveira (2017, p. 2) corrobora que “o crescimento desordenado das cidades e um planejamento urbano ineficiente, resultam em deficiências nos serviços de saneamento, causando danos ambientais”. Sendo a disposição inadequada de esgotos sanitários, uma das principais causas de poluição de corpos d’água. Portanto, os esgotos que fluem para a rede de drenagem contribuem também para essa poluição (AHMED *et al.*, 2018; VON SPERLING, 2014).

Nesse âmbito, o CONAMA define padrões de qualidade dos corpos receptores e de lançamento de efluentes em corpos d’água. Ou seja, além de satisfazer os seus padrões de lançamentos, o efluente deve propiciar condições ao corpo receptor para que a sua qualidade se enquadre dentro dos padrões estabelecidos (VON SPERLING, 2016; BRASIL, 2005).

Historicamente, o bairro Treze de julho em Aracaju/SE foi designado para receber a grande elite de Aracaju. O fato de o centro ter sido estabelecido como Zona Comercial impulsionou tal acontecimento. Pescadores que antes lá habitavam em casebres de palha, foram expulsos para dar

espaço a novos moradores em suas casas de veraneio, construídas em alvenaria, com muros e calçadas, com o intento de aparentarem asseadas (FRANÇA, 2019). No entanto, esse processo se deu sobre nenhuma infraestrutura, no que diz respeito ao saneamento básico, dando lugar, anos mais tarde, a uma infraestrutura precária e com baixo índice de ligações à rede (SANTANA, 2014).

Desde lá, o bairro sempre apresentou problemas, tais como os alagamentos em épocas de maré alta ou em eventos de alta pluviosidade, devido seu assentamento sobre terrenos, outrora alagadiços, que foram então aterrados para dar lugar à nova população que ali residiria.

Entre 2000 e 2015, quando Aracaju passou a crescer aceleradamente, foi quando mais avançou pelos mangues dos bairros Treze de julho e Jardins, formando-se por edificações tipicamente verticais. França (2019) relata que tal tipologia residencial tornou-se uniforme nos bairros citados, após uma sucessão de Leis e Decretos que permitiram, cada vez mais, o aumento de gabarito das edificações.

Esse processo de expansão, acompanhado de grandes cargas de sedimentos e resíduos sólidos, além de esgotos domésticos, acarretou mais problemas relacionados à gestão da água, principalmente no tocante à contaminação dos corpos hídricos (VIANA; SILVA, 2016). A partir desse momento, a fiscalização por órgãos competentes se intensifica sobre as ligações irregulares e os dispositivos de tratamento individuais de esgoto das edificações, ampliando o percentual das ligações regulares.

No entanto, ainda é visivelmente perceptível a olho nu, durante as visitas de campo realizadas, o grande aporte de esgotos sanitários presentes no canal de drenagem da região que desemboca no Rio Sergipe, pela presença de resíduos sólidos e líquidos característicos desse tipo de efluentes e em algumas conexões expostas ao longo das calçadas na região do recorte espacial. Esse problema, combinado com as chuvas e a influência das marés, causa grande risco à saúde da população, devido o contato direto com águas contaminadas por esgoto.

Diante do exposto, o estudo parte da seguinte hipótese: “Há ligações irregulares e estas contribuem para a contaminação do canal de macrodrenagem e, conseqüentemente, produzem impactos nos bairros ao longo do dispositivo de drenagem e no recurso hídrico receptor”.

A partir da construção da hipótese, questiona-se: Em que medida as ligações irregulares de esgoto sanitário à rede de drenagem provocam contaminação na rede e nos bairros adjacentes?

Diante do exposto, o estudo objetiva analisar o processo de contaminação do canal de drenagem no Bairro 13 de Julho, visando identificar a relação com possíveis ligações irregulares de esgoto sanitário. Para se atingir tal objetivo, será necessário:

1) Abordar a relação entre o desenvolvimento histórico urbano e da infraestrutura de saneamento na cidade de Aracaju e a situação atual e problemáticas associadas à rede de drenagem e ao despejo de efluentes;

2) Caracterizar a composição das águas do canal de macrodrenagem a fim de investigar a presença de indicadores característicos de contaminação por águas residuárias;

3) Determinar o comportamento da variação dos parâmetros das águas do canal de macrodrenagem utilizando como fatores de análise quanto à diferença significativa a sazonalidade e a localização dos pontos de coleta; e

4) identificar os pontos críticos de inundação no bairro Treze de julho e os riscos e impactos associados.

Para um melhor entendimento do problema, foi confeccionado um diagrama de alças causais (Figura 01) com a análise associada às hipóteses. No diagrama de alças causais, o símbolo negativo (-) representa uma contribuição na diminuição de causa-efeito, já o símbolo positivo (+) significa uma contribuição de intensificação da relação causa-efeito.

Assim, a partir do uso do método hipotético-dedutivo, através de uma pesquisa quantitativa com caráter explicativo, partir-se-á para o teste da hipótese apresentada, a fim de contribuir no aprofundamento sobre o problema em questão.

A presente dissertação de mestrado está formatada em artigos, além da introdução geral, conclusão geral, apêndices e anexos. O primeiro artigo, atendendo ao primeiro objetivo específico, traz a evolução dos serviços de saneamento em Aracaju, tendo foco os sistemas de coleta e transporte de esgoto doméstico e águas pluviais. O segundo artigo traz uma caracterização das águas da rede de drenagem a partir dos parâmetros de qualidade. O artigo de número três apresenta, através de tratamento estatístico, o principal fator de poluição (localização ou sazonalidade) em relação à variabilidade dos parâmetros obtidos através de análises. O último artigo faz uso da metodologia TMDL para determinar a carga máxima total diária de DBO que teoricamente deve ser aportada ao trecho de deságue do canal de drenagem para que as características do enquadramento sejam mantidas.

Artigo I

**Saneamento em Aracaju: uma contextualização
histórica com enfoque na problemática de despejo de
efluentes e drenagem urbana**

Saneamento em Aracaju: uma contextualização histórica com enfoque na problemática de despejo de efluentes e drenagem urbana

RESUMO

A insuficiência e a deficiência nas redes de saneamento influem de modo significativo na produção de impactos ambientais, causando degradação ao ambiente urbano e riscos à saúde pública. A partir da evolução histórica, evidencia-se o desenvolvimento dos serviços de infraestrutura sanitária da cidade de Aracaju. O artigo objetiva, portanto, abordar a relação entre o desenvolvimento histórico urbano e da infraestrutura de saneamento na cidade de Aracaju, a situação atual e as problemáticas associadas à rede de drenagem e ao despejo de efluentes. Os serviços de esgotamento na capital sergipana apresentaram funcionamento deficitário, desde a sua implantação, até a sua reestruturação no ano de 1984, perpassando a falta de adesão às ligações à rede pública, a ocorrência de ligações clandestinas, o despejo indevido de efluentes, a falta de atendimento a regiões periféricas e o subdimensionamento da rede. A metodologia da pesquisa foi baseada em análise documental e bibliográfica. Com a reestruturação, houve uma melhora substancial na quantidade de ligações domiciliares e na destinação dos efluentes. No entanto, a urbanização desenfreada e sem planejamento, atrelada ao déficit histórico no saneamento, desvela perturbações ao meio ambiente, que trazem sérias consequências de ordem social. Deve-se considerar os fatores sociais, econômicos e políticos que servem de base para guiar ações no sentido de criar soluções para os problemas identificados, através de possíveis planos e regulações, da interação entre os atores envolvidos, para ser possível um gerenciamento mais eficiente das águas urbanas.

Palavras-chave: Evolução Histórica, Ligações Clandestinas, Sistemas de Esgotamento.

ABSTRACT

Sanitation networks insufficiency and/or deficiency have significant influence on the production of environmental impacts, causing degradation to the urban environment and risks to public health. From a historical evolution it is possible to observe the development of sanitary infrastructure services in Aracaju. The article aims, therefore, to address the relationship between the historical urban and sanitation infrastructure development in the city of Aracaju and the current situation and problems associated with the drainage network and effluent disposal. The sewage services in the capital city of Sergipe have had a deficient operation since its implementation until its restructuring in 1984 through the lack of adherence to public network connections, the occurrence of clandestine connections, the improper disposal of effluents, the lack of service to peripheral regions and the sub dimensioning of the network. The research methodology was based on documental and bibliographic analysis. After its remodeling, there was a substantial improvement in the number of household connections and in the destination of effluents. However, the unrestrained and unplanned urbanization coupled with the historical deficit in sanitation reveals disturbances to the environment that bring serious social consequences. Social, economic and political factors should be considered to serve as a basis for guiding actions to create solutions to the problems identified, through possible plans and regulations, and through the interaction among the actors involved, in order to achieve a more efficient management of urban water.

Keywords: Historical Evolution, Irregular Connections, Sewage Systems.

INTRODUÇÃO

As atividades sociais e econômicas que o homem realiza podem exercer transformações nos ecossistemas costeiros e aquáticos através, principalmente, da urbanização acelerada e da industrialização. Quando atrelados a um alto crescimento populacional e ao despejo irregular de resíduos líquidos, estes fatores podem resultar na poluição ou alteração da qualidade hídrica (GONÇALVES *et al.*, 2017).

Os autores afirmam ainda que, no Brasil, a principal fonte de poluição de recursos hídricos urbanos, que causam dissonância com os padrões de qualidade pretendidos, são os despejos de águas residuárias, de modo direto ou indireto, em corpos receptores. Quando esses resíduos não possuem um tratamento eficiente, ou muitas vezes tratamento algum, eles vêm acompanhados de elevadas taxas de cargas orgânicas e substâncias poluentes (VON SPERLING, 2016).

A água contaminada configura ameaça à saúde pública, seja por meio do contato direto, da ingestão ou da inalação de substâncias ali presentes. Ou seja, não apenas por ingestão de água potável, mas também por contato seja no banho, por meio de esgotos abertos, transbordos ou cursos de água contaminados (MIKELONIS *et al.*, 2021). Além disso, associam-se também à possibilidade de proliferação de vetores endêmicos. As enchentes de determinado corpo hídrico também representam fator de exposição ao risco de doenças hídricas (OLIVEIRA *et al.*, 2017; GUEDES *et al.*, 2015).

Segundo a OMS, melhorias nos sistemas de distribuição de água potável e no saneamento básico, envolvendo higiene e gestão de recursos hídricos, poderiam reduzir em quase 10% o total de doenças a nível mundial. Esses pré-requisitos à saúde humana ajudam comunidades a viverem em ambientes saudáveis (WHO, 2018).

A insuficiência e a deficiência/defasagem nas redes de saneamento também contribuem de modo marcante na produção de impactos ambientais gerando degradação do ambiente urbano e riscos à saúde pública (LIMA, 2017).

A partir de uma contextualização histórica é possível evidenciar o desenvolvimento da cidade de Aracaju e dos seus serviços de infraestrutura no que diz respeito ao esgotamento e à drenagem urbana, desde a sua definição como capital sergipana até os dias de hoje. Diversos espaços urbanos surgiram em consequência da especulação imobiliária desenfreada, e a eles estão atrelados alguns problemas ambientais e consequências sociais (VIANA; SILVA, 2016). Nesse

intuito, este artigo objetiva abordar a relação entre o desenvolvimento histórico urbano e da infraestrutura de saneamento na cidade de Aracaju e a situação atual e problemáticas associadas à rede de drenagem e ao despejo de efluentes.

METODOLOGIA

A metodologia empregada consistiu, inicialmente, em revisão de literatura, elaborada a partir de pesquisa bibliográfica referente ao objeto de estudo, utilizando referências publicadas em: livros, revistas, artigos científicos, dissertações e teses. Além disso, se procedeu à pesquisa documental, tendo como fontes arquivos públicos e particulares, no intuito de se obter informações no que se refere ao sistema de coleta de esgotos de Aracaju.

As principais combinações de palavras-chave utilizadas no desenvolvimento da pesquisa bibliográfica são: drenagem, poluição, ligações irregulares, esgoto sanitário, saneamento e Aracaju.

A pesquisa fez uso de dados secundários, provenientes de revisão de literatura e de análise documental. A coleta de dados, a partir de documentação indireta, foi feita com pesquisa de dados históricos e contemporâneos em documentos de arquivos públicos, coletados na Empresa Municipal de Obras e Urbanização (EMURB), no arquivo público de Aracaju e na Biblioteca Epifânio Dória; e privados da empresa de saneamento que opera o sistema de esgotamento da cidade (DESO), como mapas, imagens, matérias de jornal e documentos originais. Já as fontes documentais públicas indiretas, consistirão nas leis e resoluções concernentes aos problemas. Dentre elas, destaca-se a Lei 14.026 que institui o Novo Marco Legal do Saneamento Básico e a Lei 11.445 que normatiza o saneamento a âmbito nacional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim como se mostrou na história de toda localidade margeada por rios, a colonização de Sergipe se deu a partir da ocupação de suas margens, o que aos poucos proporcionou crescimento demográfico e econômico à região. Santana (2014) comenta que um dos cursos d'água pelos quais o povoamento se estendeu foi às margens do Rio Sergipe, expondo que até meados do século XVIII, devido à baixa concentração urbana, as populações sergipanas não enfrentaram problemas quanto ao abastecimento de água. Já no início do século XIX começam as preocupações concernentes aos recursos hídricos da região, o poder público passa a tomar providências no sentido de evitar a poluição das águas potáveis e de preservar as nascentes e as margens dos rios.

Como observado em Viana e Silva (2016) o município de Aracaju, inicialmente denominado povoado de Santo Antônio do Aracaju, constituía uma ilha habitada por pescadores. Em 1855 tornou-se capital do estado de Sergipe sobretudo devido o fator estratégico de se situar mais próxima do porto do que a antiga capital, São Cristóvão, o que facilitava o escoamento da produção açucareira.

Em seus momentos iniciais, a cidade sofre com grandes epidemias, dentre elas o cólera-morbo, que atingiu grande parte da população, sem distinção por classe social. Isso devido às condições iniciais da cidade, que se assentava sobre terrenos alagadiços e pantanosos. De Britto (1944) corrobora comentando em seu relatório, que a capital de Sergipe se situava na margem direita do então denominado rio Cotinguiba, hoje rio Sergipe, apresentando terrenos aluvianos na parte central e nas suas periferias, que se mostram suscetíveis a enchentes, muitas vezes com características sazonais, por isso fora necessário aterrar algumas depressões invadidas pelas marés e outras mais pantanosas.

Por isso, por diversas vezes, houve denúncias da população demandando das autoridades responsáveis melhorias como aterros nas áreas mais alagadiças e um melhor planejamento de infraestrutura da cidade (FIGUEIREDO; PEREIRA, 2013). Em suas pesquisas Santana (2014) encontra documentos datados já de 1870, com menções à solicitação de construções de canais e esgotamento sanitário na cidade, principalmente no que diz respeito a prédios públicos. Assim, as primeiras deliberações concernentes ao esgotamento em Aracaju foram referentes à destinação dos efluentes de prédios públicos aos rios.

Silva (2016) relata que entre os anos de 1850 a 1900, a cidade de Aracaju crescia vagarosamente em termos populacionais e detinha poucos recursos financeiros. Já no início do século XX, após sua nomeação como capital de Sergipe, dá-se início então ao processo de urbanização da cidade. Em correspondência aos preceitos arquitetônicos e construtivos da época, a cidade foi edificada e urbanizada sob estilo eclético, que correspondia a uma gama de estilos arquitetônicos oriundos originalmente da Europa (SANTOS *et al.*, 2020).

A cidade emerge com a finalidade de ser considerada uma capital moderna e potência econômica, a qual para isso deveria ser planejada e construída atrelada à importância da água e da higiene no desenvolvimento do estado, principalmente dada à importância que o rio Sergipe lhe conferia. Nesse sentido, o primeiro Código de Posturas, datado de 1903, já descrevia diversos

costumes e regras relacionadas à higiene e à limpeza e organização da cidade, os quais deveriam ser seguidos pela população (CARVALHO, 2021; FIGUEIREDO; PEREIRA, 2013).

A cidade, projetada inicialmente pelo engenheiro Sebastião Basílio Pirro para se assemelhar a um tabuleiro de xadrez (Figuras 01a e 01b), passa por obras de drenagem do solo e aterros (Figura 02) atrelados a devastação de vegetações nativas durante seu desenvolvimento urbano, para receber edificações projetadas e construídas em conformidade às regras exigidas no Código de Posturas da época (SANTOS *et al.*, 2020; VIANA; SILVA, 2016).

Figura 01 - Fotos aéreas de Aracaju, região central, em 1969. Forma semelhante ao tabuleiro de xadrez.



Fonte: Arquivo público de Aracaju (acesso em 2021).

Os locais antes habitados por pescadores e suas pequenas casas de palha, passaram a ser apropriados por novos moradores, com maior poder aquisitivo, no intuito de instaurar o tão sonhado processo de modernidade da cidade (FIGUEIREDO; PEREIRA, 2013).

Nesse momento, portanto, a própria legislação corrobora com o processo de segregação social que vivia Aracaju, induzindo à criação do que Santos e colaboradores (2020) chamaram de uma cidade “formal” e outra “informal”. Sendo aquela situada dentro do tabuleiro de Pirro, formada pela população mais abastada que possuía condições financeiras para cumprir as exigências arquitetônicas e construtivas das edificações de acordo com o exigido no Código de Posturas. Já a

cidade “informal” cresceu nas imediações da área projetada da cidade, habitada pela população menos favorecida (CARVALHO, 2021).

Figura 02 - Obras de aterro no bairro Treze de Julho (sem data).



Fonte: Arquivo público de Aracaju (acesso em 2021).

Viana e Silva (2016) alegam que apesar de planejado em sua forma e em relação às suas ruas e contornos, o município de Aracaju cresceu sem o necessário planejamento de infraestrutura, o que passou a causar danos urbanos e ambientais. Mesmo em meio à segregação social, a cidade de Aracaju foi se desenvolvendo vagarosamente nos anos iniciais do século XX, marcada por problemas no fornecimento de água potável e pela proliferação de graves epidemias (SANTOS *et al.*, 2020).

Figueiredo e Pereira (2013) relatam que como ainda não existia infraestrutura de abastecimento de água, a população fazia uso de água das fontes, vendida aos barris pelas ruas da capital. As autoras ainda expõem que existiam dois tipos de água sendo comercializadas: “uma de coloração avermelhada e outra transparente”, como corroborado por Santana (2014). Aqueles que não possuíam meios de comprar o recurso canalizavam água do solo do próprio terreno, utilizando tubos de ferro com crivos.

De acordo com os autores, uma concepção higienista tecnicista e um rigoroso processo de planejamento territorial urbano sob os ideais de modernidade orientaram então a evolução urbana da cidade de Aracaju nas primeiras décadas do século XX. O estilo eclético traz consigo também a influência, dentro do movimento higienista, da instrumentação da cidade com equipamentos de saneamento básico e salubridade urbana (SANTOS *et al.*, 2020).

Como relatado por Figueiredo e Pereira (2013, p. 9) “Aracaju teve o seu nascimento motivado pelas águas do rio Sergipe e travou conselhos, leis, e medidas para controle da higiene a partir da água”.

Em 1907 o Inspetor de saúde do Estado de Sergipe atenta-se que, por não haver um sistema de esgotamento para coleta e encaminhamento, dominava a construção de fossas fixas com infiltração das águas servidas ao solo, o que acabava contaminando os lençóis subterrâneos, os quais, por sua vez, eram utilizados pela mesma população para suas necessidades de abastecimento diárias. Concluiu, portanto, a partir dos inúmeros inconvenientes expostos a necessidade de uma rede de esgotos na capital, frisando a vantagem que apresentaria no saneamento e salubridade de Aracaju (SANTANA, 2014).

Surgem então medidas com o propósito inicial de manter as ruas asseadas através das construções de calçadas e muros junto às moradias. Logo depois foram incitados novos hábitos à sociedade em relação à sujeira ligados às suas rotinas, principalmente no tocante ao despejo de resíduos sólidos e líquidos nos rios e à limpeza de terrenos para evitar assim os focos de doenças endêmicas. Algumas infrações em relação a esses hábitos eram passíveis de aplicação de multas ou pena de reclusão por alguns dias (FIGUEIREDO; PEREIRA, 2013).

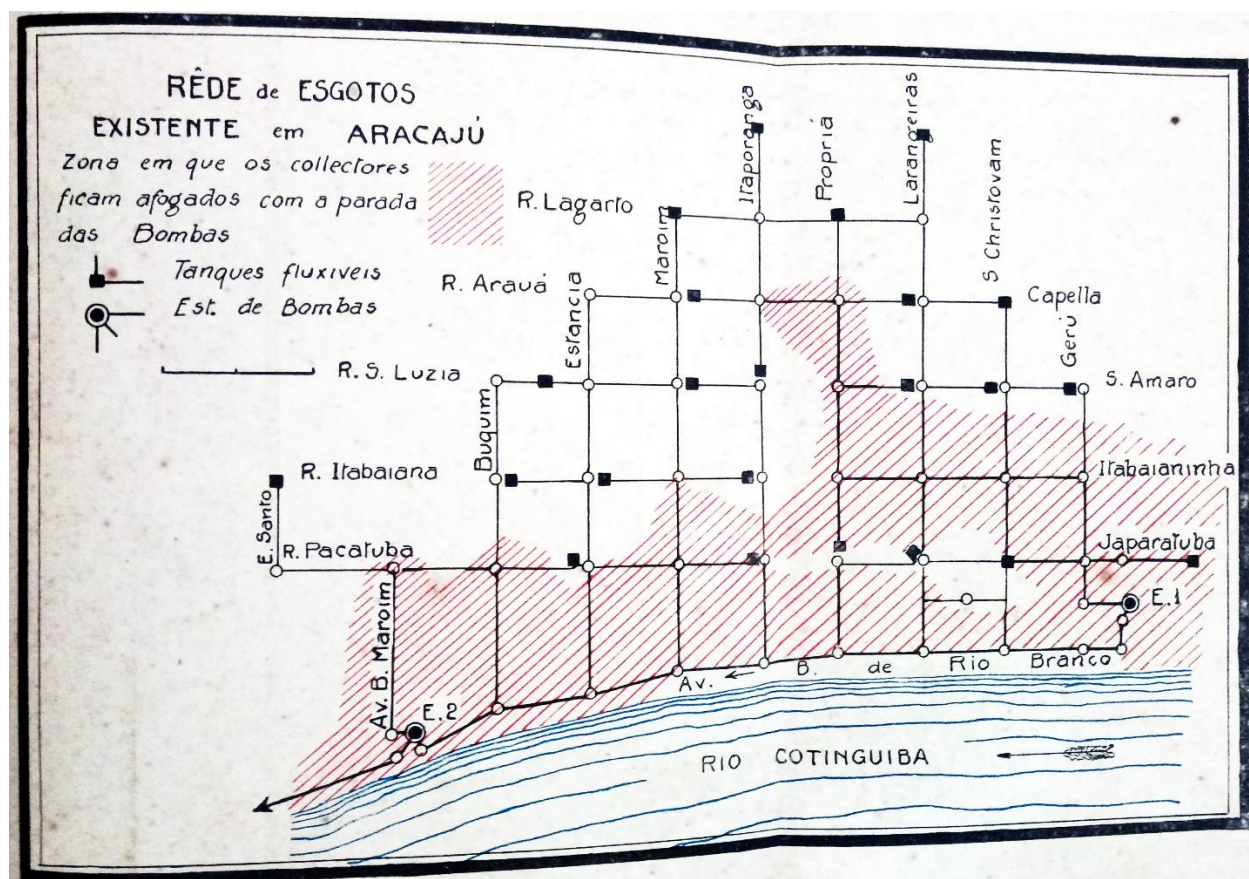
Silva (2016) descreve que cinquenta e quatro anos após a transferência da Capital de Sergipe para Aracaju, a cidade voltou a crescer de modo mais acelerado devido a melhorias instauradas, quando teve seus primeiros sistemas de infraestrutura implantados. A construção de redes de água potável canalizada e coleta de esgotamento sanitário trouxeram consigo a implantação de novos controles quanto aos hábitos de despejos de dejetos, não podendo mais ser feitos em fontes de água nem nos rios (FIGUEIREDO; PEREIRA, 2013).

O fornecimento de água foi efetivado no ano de 1908, pela então “Empresa Melhoramentos de Sergipe”, tornando-se serviço estatal em 1912. O serviço de coleta de esgoto chega seis anos depois da canalização da água, em 1914, depois de muitas reivindicações da população devido às soluções paliativas que diversas edificações utilizavam, causando mau cheiro e contaminação de mananciais subterrâneos (SANTOS *et al.*, 2020; PMSB, 2016).

No início, de acordo com o Relatório do Plano Municipal de Saneamento Básico de Aracaju (2016) e com Santana (2014), o sistema de esgotamento foi construído para atender primordialmente à zona central da cidade (Figura 03), compreendendo cerca de 1.700 habitações,

composto por 20 km de extensão de rede coletora. Iniciaram-se então os trabalhos de ligações das redes residências à rede coletora, acompanhado pelo passar dos anos por intensas fiscalizações e combates às ligações irregulares, resultantes da resistência dos moradores em fazê-las devido ao alto custo com materiais importados.

Figura 03 - Projeto da rede de esgotos existente em Aracaju no ano de 1923.



Fonte: De Britto (1944)

Segundo Britto (1944), como foi adotado o sistema de esgotamento do tipo separador absoluto, as águas das chuvas providas das residências e do próprio escoamento urbano deveriam ser recolhidas pelas sarjetas, coletores e canais de drenagem, sendo lançadas em destino final no estuário (Figura 04). Por isso, o engenheiro afirmava em seu relatório ser necessário corrigir as derivações dessas águas feitas na rede de esgotamento, além de proporcionar infraestrutura completa no que aos aparelhos de drenagem, já que que durante as chuvas o volume das águas aumentava consideravelmente nos coletores de esgotos sanitários.

Figura 04 - Obras de ampliação de emissário conectado ao estuário do Rio Sergipe (1972).



Fonte: Arquivo público de Aracaju (acesso em 2021).

Registra-se que ao final do ano de 1915 havia ativas apenas 61 ligações domiciliares, mais 11 de edifícios públicos, constatando a urgência de se fazer mais ligações. No ano seguinte, ainda se considerava insignificante o número das ligações efetuadas, chegando a 169 domiciliares e 13 públicas. O problema perdurou por algumas décadas, gerando mau funcionamento do sistema de esgoto, o qual encontrava-se dimensionado para atender uma quantidade de 1.250 ligações ativas. Uma quantidade exorbitante se comparada à realidade, em 1918 por exemplo, as instalações somavam apenas 278 em residências particulares e 19 em prédios públicos (SANTANA, 2014, DE BRITTO, 1944).

Segundo o autor supracitado, daí datam-se as primeiras ligações clandestinas de esgoto, seja de águas pluviais às redes de águas servidas, ou o contrário. Havia irregularidades dos dois tipos, que foram constatadas através de comissões fiscalizadoras, sob o comando do governador Pereira Lobo. Logo, novas medidas de combate são tomadas nesse sentido. O Decreto nº 707 de 12 de março de 1920 determina em seus artigos 89 e 111 a obrigatoriedade de ligação com a rede coletora em todos os prédios compreendidos na zona servida pelos coletores gerais de esgotos e a proibição de esgotos particulares, como fossa séptica e sumidouro, também nessas zonas.

Percebe-se comentário de tal situação no relatório de Britto (1944), ao citar que caso o Governo não se sentisse confortável em obrigar os proprietários a executar as instalações e ligações das suas casas para a rede geral, este deveria ser feito de modo indireto, ao obrigar os proprietários a pagar a taxa de esgotamento aumentada de uma multa adicional.

Já em 1928 percebia-se a demanda de remodelação dos serviços de água e esgoto da capital, o que levou o governo a contratar o escritório do renomado engenheiro Saturnino de Britto para cargo de tal tarefa (PMSB, 2016, DE BRITTO, 2014). Porém, nada foi realmente feito durante algumas décadas, perdurando diversos problemas relacionados.

Passados os anos, em 1936 Aracaju contabilizava 1.153 instalações de esgoto e 570 casas sem as respectivas ligações nas zonas servidas por essa infraestrutura. Em relação ao ano anterior, as ligações de esgoto somavam 1.188 em 1937. Em 1943, um relatório emitido pelo diretor dos Serviços de Água e Esgoto, Dr. J. F. Ávila Nabuco, apontou inúmeras instalações clandestinas encontradas, ressaltando a obrigatoriedade de indenização por parte dos responsáveis. Por consequência, em 31 de outubro de 1945 o novo regulamento dos serviços de água e esgoto de Aracaju proibia o desvio para a rede coletora de esgotos as águas das chuvas, assim como as águas servidas para a rede pluvial (SANTANA, 2014).

Porém, a problemática ainda perdurava, agora somada ao subdimensionamento do sistema de coleta, que atendia uma pequena parte de toda a população aracajuana (BRITTO, 2014). Em 1957 as ligações de esgoto efetivas totalizavam 2355. Já em 1958, um total de 2380. Santana (2014, p. 22) comenta “o crescimento de Aracaju, de maneira desordenada e tumultuária tem trazido apreensões aos poderes públicos estaduais. O seu planejamento pioneiro foi abandonado e os seus problemas se agravam [...]”.

O autor expõe que na capital a rede existente não cobria 8% de toda a área urbana. Em relação às instalações sanitárias, apenas 4% das residências possuíam ligação à rede coletora, 51% utilizavam fossa séptica e/ou rudimentares, e exorbitantes 44,7% não possuíam instalações de modo algum. A maior parte dos esgotos era lançada *in natura* no rio Sergipe, fosse de modo direto, fosse de modo indireto, pois o sistema subdimensionado proporcionou o surgimento de ligações de esgotos às galerias de águas pluviais, acarretando também a poluição dos canais. Tudo isso, somado ao rápido índice de urbanização que Aracaju vinha apresentando apontava uma situação de agravamento em termos de saúde pública.

Porém, mesmo contatados tais problemas ao longo dos anos, até o início da década de 1980 a rede coletora permaneceu inalterada. Somente em 1984, com embasamento nas diretrizes do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) ocorreu de fato a ampliação do sistema de esgotamento que já se encontrava obsoleto e repleto de ligações clandestinas. Além disso, nesse

momento a Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA) passou a exigir sistemas individuais de tratamento de esgoto sanitário em edificações públicas e privadas mais efetivos, como os reatores anaeróbios (PMSB, 2016, SANTANA, 2014).

Ainda relacionando à sua urbanização, até meados do século XX a costa da cidade de Aracaju não possuía ocupação urbana expressiva. Um crescente processo de valorização e exploração imobiliária ocasionou a ocupação da faixa litorânea aracajuana, sem, no entanto, atentar-se à fragilidade da área. Os diversos padrões de uso e ocupação resultaram em transformações físicas dos espaços e estruturas naturais (MOTA; SOUZA, 2017).

Após a reestruturação do sistema de esgotamento, já sob gestão da DESO na década de 1990, foram constatados os seguintes avanços em relação à rede coletora e ligações domiciliares em Aracaju (Tabela 01).

Tabela 01 – Dados sobre o sistema de esgotamento sanitários de Aracaju durante a década de 1990.

Discriminação	DÉCADA DE 1990								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Ligações domiciliares	18.524	19.528	24.610	26.634	27.870	27.700	28.696	30.077	32.188
Extensão de rede (m)	186.043	189.012	230.085	230.085	231.000	230.000	245.000	254.000	254.000
Volume coletado (1000m³)	3.799	6.487	9.536	10.062	10.202	9.143	9.178	9.146	9.423

Fonte: SANTANA (2014).

Aos poucos o poder público encarregou-se de favorecer algumas determinadas áreas com serviços de melhoramento urbano, o que acabou por estratificar mais ainda as classes sociais mais abastadas das menos favorecidas, ocasionando supervalorização das áreas melhoradas em detrimento do restante. (VIANA; SILVA, 2016).

Mota e Souza (2017, p. 87) trazem que “a concretude das ações humanas no espaço revela-se na paisagem [...] Ao investigar uma paisagem vislumbra-se temporalidades distintas – o tempo da ação humana e o tempo da natureza, que se entrelaçam e dão origem a um sistema complexo”.

Nos anos subsequentes, já com parte da cidade atendida por rede de esgotamento (pluvial e sanitário), Aracaju passou por vários processos de extensão, melhoramento e manutenção da rede

de esgoto sanitário. Com implantação de rede coletora em bairros como Cidade Nova, Palestina, América, José Conrado, Grageru, Atalaia, bairro Industrial (orlinha), Medici II, Zona de Expansão, Aeroporto, Aruana, entre outros. Rendendo em 2005 um total de 36.175 ligações domiciliares e em 2006 de 40.013. Além disso foram feitos serviços de reparo e desobstrução com manutenção preventiva e corretiva de ramais, redes, emissários e estações elevatórias (SANTANA, 2014).

O autor discorre que a meta até 2013 era de que a cobertura do sistema de esgotamento sanitário atingisse o total de 80% da população aracajuana, contribuindo assim para a despoluição do Rio Sergipe, já que o lançamento de esgoto passaria a ser feito de modo devido a não prejudicar o meio ambiente ou expor os moradores à contaminação.

Conforme Silva (2021) seguindo o modelo inicial, atualmente o plano de infraestrutura sanitária de Aracaju ainda prevê um sistema de esgotamento separador absoluto, garantindo que em períodos de maior pluviosidade não haja sobrecarga do sistema de esgotos sanitários. Porém, em prática, o sistema demonstra características do tipo combinado, onde a rede de coleta transporta os dois tipos de efluentes misturados, haja vista a presença de efluentes sendo nas redes pluviais, e estas por sua vez confluem aos corpos d'água em lançamento final.

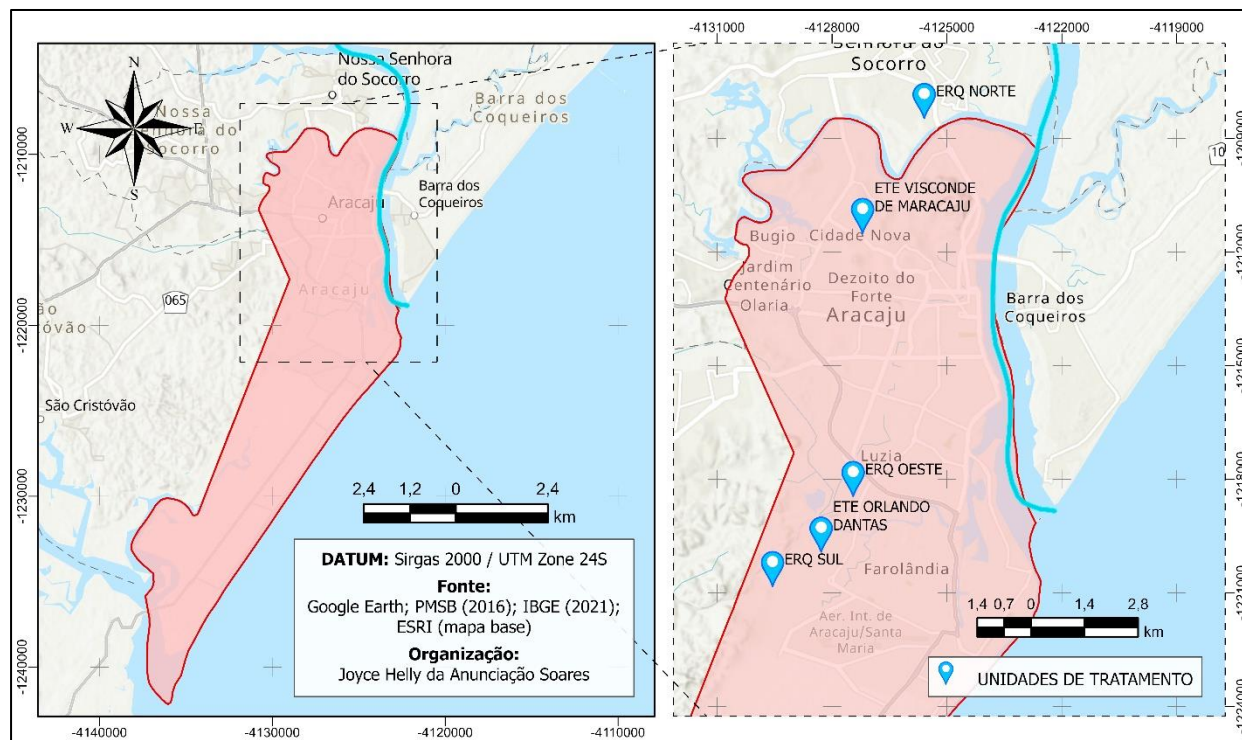
Em relação ao atendimento com redes de coleta e tratamento de esgoto sanitário Aracaju possui atualmente duas ETEs e três Estações de Recuperação da Qualidade (ERQ) (Figura 05) para onde são destinados os esgotos sanitários da cidade, com 687,7 km de rede coletora que conduzem os esgotos da cidade a uma dessas cinco estações, sendo a ERQ-Norte a mais antiga e a mais importante, também responsável pelo atendimento do bairro Treze de julho. Com planos de ação até 2037, o Plano Municipal de Saneamento Básico propõe melhorias no sistema de esgotamento, construção da ETE-Jabotiana, e ampliação da ERQ-Norte em duas etapas (ARACAJU, 2017; PMSB, 2016).

Importante destacar a dificuldade na localização das estações discriminadas com as denominações descritas em sites de busca por coordenadas ou endereço físico como o Earth Pro ou o Google Earth, sendo necessário conduzir uma busca minuciosa para ser possível identificar a localização e coordenadas de cada unidade de tratamento na confecção do mapa apresentado.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020), e da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), Aracaju conta com um índice de cobertura de coleta de esgoto de 51,87%. A macrodrenagem é composta por mais de 70 canais que deságuam em diversos corpos hídricos, como rios Poxim, Sergipe, Santa Maria, do Sal além do oceano, lagoas

e mangues (PMSB, 2016). A DESO é uma empresa de economia mista responsável pelo planejamento, execução e operação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de 71 dos 75 municípios do Estado de Sergipe, incluindo Aracaju.

Figura 05 – ETES E ERQS discriminadas no mapa da Grande Aracaju.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Aracaju sofre com problemas advindos da expansão e ocupação urbana desordenada e sem planejamento e com impermeabilização progressiva do solo e gestão deficiente do sistema de drenagem urbana, enfrentando frequentes inundações (ARAGÃO, 2017).

O sistema de drenagem urbana de Aracaju é de responsabilidade da EMURB. A esta compete planejar, acompanhar, executar e fiscalizar as atividades relativas à drenagem de águas pluviais. Nos estudos de Pereira (2015) representantes entrevistados da EMURB relatam que alguns esgotos previamente tratados são encaminhados à rede de drenagem quando da autorização por parte da Administração Estadual de Meio Ambiente (ADEMA).

Cabe frisar que a Lei Federal nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007, recentemente atualizada pelo novo marco legal do saneamento básico, ou Lei Federal nº 14.026/2020, que objetiva estabelecer

diretrizes e agora aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no país, atesta que toda edificação urbana permanente deve conectar-se à rede pública de esgotamento disponível. Quando na ausência dela, são admitidas soluções individuais de afastamento e destinação de esgotos sanitários, desde que atendidas às normas e legislações editadas pela entidade reguladora e pelos órgãos responsáveis pelas políticas ambiental, sanitária e de recursos hídricos.

Além disso, a Lei nº 14.026/2020, Art. 45, parágrafos 6 e 7, estabelece o prazo de um ano à entidade reguladora ou titular dos serviços de saneamento básico para que seus usuários conectem suas edificações à rede de esgotos disponível, com data máxima estabelecida até o dia 31 de dezembro de 2025 para cumprimento deste aspecto por todas as edificações implantadas na área coberta por essa rede (BRASIL, 2020; 2007).

Presentemente, alguns problemas relacionados aos serviços de esgotamento em Aracaju podem ser evidenciados em diferentes pesquisas. Por exemplo, Passos (2016) ao estudar a situação de tal infraestrutura em um povoado localizado na Zona de Expansão concluiu enfatizando para a necessidade de atentar-se aos problemas relacionados aos efluentes, identificando que o maior deles é a falta do sistema de coleta e tratamento, o que leva a grande parte das residências lançar seus efluentes nos próprios quintais ou nas vias públicas. Além disso a autora identificou problemas em relação à ausência de um sistema de drenagem.

Carvalho (2021) ratifica, adicionando que as áreas mais perimétricas da cidade apresentam deficiências na cobertura com rede de coleta, apontando bairros como Porto Dantas, Soledade, Lamarão, Jabotiana, Santa Maria e Zona de Expansão, o que faz com que essas populações precisem fazer uso de fossas sépticas e/ou rudimentares, contribuindo para a poluição dos rios lençóis freáticos da cidade ou da própria rede de drenagem que recebe essas afluições.

Santos (2018) aponta em sua pesquisa que os especialistas na temática entrevistados por ela admitem uma presença expressiva da rede de coleta e transporte de esgoto sanitário na capital nas áreas mais nobres, sendo o contrário percebido em bairros menos favorecidos economicamente. Manifestam ainda que ainda é precário o desenvolvimento dessa rede na cidade de Aracaju, com muitas residências fazendo uso de fossas com infiltração, ou com ligações irregulares.

O processo de expansão urbana acompanhado de grandes cargas de sedimentos e esgotos domésticos acarretou problemas relacionados à gestão da água, com alagamentos, contaminação dos corpos hídricos, avanço do mar, desaparecimento de vegetações nativas, e a destruição de

ecossistemas de manguezal. Viana e Silva (2016, p.51) argumentam que “a falta de implantação das políticas públicas, já existentes, para preservação do meio ambiente no município de Aracaju ocasionaram impactos ambientais, alterando a dinâmica da cidade”.

Sotero de Santana *et al.* (2015) corrobora identificando em seu trabalho as principais consequências observadas ao analisar a degradação em um canal de macrodrenagem da capital, sendo elas: poluição, a contaminação pela presença de esgotos domésticos, industriais e resíduos sólidos e a contribuição para os alagamentos e inundações ao longo da microbacia, podendo culminar em problemas públicos de ordem salutar.

Ainda sobre a pesquisa de Santos (2018), a autora conclui apresentando alguns fatores identificados como barreira para a viabilidade do melhoramento e ampliação dos sistemas de esgotamento (pluvial e sanitário) em Aracaju, sendo eles investimentos, educação ambiental e vontade política, que podem ser resolvidos a partir do despertar da consciência por parte da sociedade, tomada de responsabilidades dos gestores administrativos e da criação de projetos atrelados à realidade social e do ambiente em questão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os serviços de esgotamento sanitário e pluvial na cidade de Aracaju apresentaram funcionamento deficitário desde a sua implantação em 1914 até a sua completa reestruturação no ano de 1984. Vários foram os motivos que justificam tal desempenho, dentre eles a falta de adesão da população atendida quanto às devidas ligações à rede pública haja vista o valor alto dos insumos necessários para sua execução, o que levou à ocorrência de ligações clandestinas ou despejo de efluentes de modo indevido e ao má funcionamento do sistema de coleta; o projeto limitado quanto à extensão da rede, atendendo apenas a região central da cidade e ignorando as regiões periféricas; e com o passar do tempo o subdimensionamento da rede, o que culminou no aparecimento de diversas ligações de esgotos sanitários às redes pluviais e ao mau funcionamento da rede.

Com a reestruturação do sistema de esgotamento em 1984 houve uma melhora substancial no que diz respeito à quantidade de domicílios interligados à rede e à destinação do efluentes, o que ajudou na redução de cargas que eram aportadas aos corpos d'água, principalmente o rio Sergipe. No entanto, a urbanização desenfreada e sem planejamento, resultou em problemas ambientais que perduram em tempos atuais. A alta taxa de impermeabilização do solo, a grande

quantidade de efluentes produzidos, e as más práticas quanto à destinação desses despejos líquidos têm desvelado perturbações ao meio ambiente que trazem sérias consequências de ordem social.

Deve-se considerar, portanto, os fatores sociais, econômicos e políticos que servem de base para guiar ações no sentido de criar soluções para os problemas identificados quanto aos sistemas de esgotamento em Aracaju, através de possíveis planos e regulações para um gerenciamento mais eficiente das águas urbanas, e da interação entre os atores envolvidos.

REFERÊNCIAS

ARACAJU. **Lei N.º 4.973 de 11 de Dezembro de 2017. Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico, e dá providências correlatas.** Aracaju, SE. 2017.

ARAGÃO, Ricardo de; CRUZ, Marcus Aurélio Soares; CORREIRA, Ernesto Cleiton de Oliveira; MACHADO, Lucas Ferreira Melo; FIGUEIREDO, Eduardo Enéas de. Impacto do uso do solo pelo aumento da densidade populacional sobre o escoamento numa área urbana do Nordeste brasileiro via geotecnologias e modelagem hidrológica. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 10, n. 02, 2017, pp. 543-557.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de Julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 e dá outras providências.** 2020.

BRASIL. **Lei nº. 11.445 de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.** 2007.

DE BRITTO, Saturnino. **Projetos e Relatórios – Saneamento de Curitiba, Uberaba e Aracaju.** Imprensa Nacional. 1944.

CARVALHO, Shalana Santos. **Diagnóstico intraurbano da salubridade ambiental baseado em indicadores: o caso de Aracaju, Sergipe.** Dissertação. Campina Grande, 2021. 77 fl.

FIGUEIREDO, Priscilla K. F.; PEREIRA, Marialda S. A água e os rios: a higiene no Jornal do Aracaju (1871-1875). In: **XVIII Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte e V Congresso Internacional de Ciências do Esporte.** Brasília, 2013.

GONCALVES, Eline Simões; RODRIGUES, Silvana Vianna; SILVA FILHO, Emmanoel Vieira da. The use of caffeine as a chemical marker of domestic wastewater contamination in surface waters: seasonal and spatial variations in Teresópolis, Brazil. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 12, n. 2, p. 192-202, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1974>.

GUEDES, Gilvan R.; SIMÃO, Andréa B.; DIAS, Carlos A. BRAGA, Eliza O. Risco de adoecimento por exposição às águas do Rio Doce: um estudo sobre a percepção da população de Tumiritinga, Minas Gerais, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 31(6):1257-1268, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00063514>.

LIMA, João Sérgio Queiroz. Estimativa do lançamento de esgoto doméstico por assentamentos precários em lagoas na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**. Fortaleza, v. 11, n. 2, p.92-107. 2017. ISSN: 1982-5528

- MIKELONIS, Anne M; HAWLEY, Robert J; GOODRICH, James A. Emergency response to stormwater contamination: A framework for containment and treatment. **Journal of Environmental Management**, v. 280, 2021, ISSN 0301-4797, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111838>.
- MOTA, Luana S. O.; SOUZA, Rosemeri M. Análise Geoecológica Da Paisagem Costeira Do Município Se Aracaju/Sergipe. **Revista Raega**. Aracaju, 2017.
- OLIVEIRA, Julia D.; SILVA FILHO, Antônio C.; SILVA, Janaína B. A Água e suas Correlações com Doenças na Cidade de Campina Grande-PB. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 2017. ISSN: 1980-1726.
- PASSOS, Karla Fabiany Santana. **Sistemas de saneamento no povoado Areia Branca situado na zona de expansão de Aracaju: percepção e práticas sustentáveis no uso da água**. Dissertação (PRODEMA – UFS). São Cristóvão, 2016.
- PEREIRA, Frances Doglas de Santana. **Os desafios entre a drenagem urbana e os resíduos sólidos: o caso de Aracaju/SE**. Dissertação (PRODEMA – UFS). São Cristóvão, 2015.
- PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE ARACAJU – PMS. **Mobilização Social de Aracaju e Audiências Públicas - Relatório Final**. Aracaju, Sergipe. 2016, 1262p.
- SANTANA, José Lima. **História do Saneamento Básico em Sergipe**. Aracaju: DESO, 2014.
- SANTOS, Camila R. S.; TAVARES, Edivaldo P. C.; GRAÇA, Rogério F. Patrimônio e Memória: As Tipologias Residenciais na Produção Eclética de Aracaju/SE. **Revista Arquitetura e ciências humanas e sociais**, v. 6, n.1, p. 31-50, 2020. ISSN IMPRESSO 1980-1785. ISSN ELETRÔNICO 2316-3143. Aracaju.
- SANTOS, Rita de Cássia de Jesus. **Políticas públicas e gestão de saneamento básico: uma análise do desenvolvimento de ações na cidade de Aracaju**. Monografia – UFS, 2018.
- SILVA, Daniel Almeida da. **Nos(dos) meandros ambientais: a natureza das águas urbanas em Aracaju**. 2016. 193 f. Tese de Doutorado - UFS, São Cristóvão, 2016.
- SILVA, Yuri Augusto Dorea de Carvalho. **O potencial paisagístico dos espaços livres e seu benefício paraa drenagem urbana: O caso do bairro Jabotiana em Aracaju/SE**. Universidade Federal de Sergipe. Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. Coordenação de Pesquisa. Programa de Iniciação Científica Voluntária – PICVOL. 2021.
- SOTERO DE SANTANA, Jorge Luiz; SANTOS, Cleverton; LEAHY, Max Almeida. **Diagnóstico ambiental e gestão das águas urbanas no canal Airton Teles, localizado em Aracaju no estado de Sergipe**. In: Congresso Internacional RESAG 2015. Aracaju, 2015.
- VIANA, Wellington A.; SILVA, Wladimir C. Os Impactos Ambientais Decorrentes da Especulação Imobiliária na Cidade de Aracaju: Um Olhar Sobre a Legislação Ambiental Vigente. **Interfaces Científicas – Direito**, v.5, n.1, p. 49-60, 2016. DOI: 10.17564/2316-381X.
- VON SPERLING, Marcos. **Urban wastewater treatment in Brasil**. Inter-American Development Bank Technical Note 970. Inter-American Development Bank, 2016.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Water, Sanitation And Hygiene Strategy 2018-2025**. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274273/WHO-CED-PHE-WSH-18.03-eng.pdf?ua=1>>. World Health Organization 2018>. Acesso em 20 de Ago., 2020.

Artigo II

Caracterização da Composição das Águas da Rede de Drenagem a partir de Parâmetros de Qualidade: estudo de caso em uma capital nordestina

Caracterização da Composição das Águas da Rede de Drenagem a partir de Parâmetros de Qualidade: estudo de caso em uma capital nordestina

RESUMO

Apesar de o Brasil adotar o sistema de drenagem do tipo separador absoluto, podem estar presentes quantidades variáveis de esgoto na água pluvial. A contaminação de recursos hídricos por esgotos é uma grande ameaça para a saúde humana, assim como os sistemas de águas pluviais urbanas que, indiretamente, atuam como sistema condutor de esgoto. Nesse contexto, o estudo objetivou caracterizar a composição das águas do canal de macrodrenagem a fim de investigar a presença de indicadores característicos de contaminação por águas residuárias. Fazendo uso da estatística descritiva, foi possível identificar que, de modo geral, a presença de esgoto em pontos, ao longo do canal de drenagem, principalmente nos pontos mais intermediários, os quais recebem contribuição de bairros a montante, demonstrando, no entanto, concentrações de fraca a média na caracterização dos esgotos. Os valores do indicador de contaminação fecal foram os únicos que se mostraram bastante elevados, para todos os pontos analisados.

Palavras-chave: Águas Pluviais; Ligações Clandestinas; Poluição da Água; Sistema de Drenagem.

ABSTRACT

Although Brazil adopts the absolute separate stormwater sewer system, variable amounts of sewage can be present in stormwater. Contamination of water resources by sewage is a major threat to human health, as are urban stormwater systems that indirectly act as a sewage conveyance system. In this context, the study aimed to characterize the composition of the waters of the macrodrainage channel in order to investigate the presence of indicators characteristic of contamination by wastewater. Making use of descriptive statistics it was possible to identify that, in general, there is evidence of the presence of sewage in points along the drainage channel, especially in the most intermediate points, which receive contributions from upstream neighborhoods, demonstrating, however, weak to medium concentrations in the characterization of sewage. The values of the fecal contamination indicator were the only ones that showed to be quite high for all points analyzed.

Keywords: Clandestine Connections; Drainage System; Stormwater; Water Pollution.

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas que agredem o meio ambiente e à biodiversidade, com o alto consumo de recursos naturais e seus manejos inadequados, desencadeiam na exposição da população a doenças e à diminuição da sua qualidade de vida. Há séculos, a integração entre

natureza e sociedade vem repercutindo na produção de impactos ambientais (LIMA, 2017; PHILIPPI JR.; MALHEIROS, 2005).

Atualmente, mesmo com o nível de desenvolvimento econômico e social alcançado pelas últimas décadas, as conquistas no campo do saneamento ainda são tímidas e, no caso do esgotamento sanitário, foram incapazes de reverter o déficit de infraestrutura para coleta e tratamento do esgoto domiciliar (ARAÚJO; BERTUSSI, 2018).

Segundo Messias (2020), o canal que possui deságue no bairro Treze de Julho se originou de um curso perene do rio Tramandaí, sendo posteriormente canalizado com o decorrer da crescente urbanização do bairro.

A escolha por esse canal de macrodrenagem se justifica pelos crescentes incômodos que vêm causando a população que reside nas suas imediações, devido ao mal cheiro que exala e à coloração e presença visível de materiais flutuantes no dispositivo, que tem deságue direto no rio Sergipe, principal corredor de escoamento fluvial do Estado. Tal acontecimento apresenta sério risco, quando associado aos problemas de inundações que o bairro e seus adjacentes sofrem, principalmente em períodos de marés mais altas, também chamadas preamar.

Expostos os fatos, faz-se necessário avaliar a composição das águas desse canal e os possíveis impactos gerados pelos fatores geradores de tal situação. Logo, o presente estudo objetiva caracterizar a composição das águas do canal de macrodrenagem a fim de investigar a presença de indicadores característicos de contaminação por águas residuárias.

REFERENCIAL TEÓRICO

Na Idade Antiga, já se ponderava sobre a relação entre as condições sanitárias ambientais e o acometimento de doenças. O filósofo grego Hipócrates analisou essa influência sobre a saúde humana, concluindo que a natureza dos solos e a qualidade da água podiam afetar de modo negativo a salubridade ambiental. No século XIV, surgem os primeiros casos epidêmicos de doenças de veiculação hídrica. A Europa foi um dos primeiros continentes a ser assolado por doenças que infectaram metade da população. Com o avanço na ciência, no século XIX, foi possível identificar os microrganismos como responsáveis por algumas dessas doenças infecciosas (SALLAA *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Ainda segundo Sallaa e colaboradores (2019) desde então, permeando os séculos, as discussões continuaram recorrentes. O processo de urbanização traz consigo esse debate ao longo da história e em tempos contemporâneos. Os problemas de higiene e saneamento passaram a ganhar atenção especial, incluindo sistemas de esgotamento sanitário, drenagem pluvial e resíduos sólidos.

De acordo com Von Sperling (2016) ao adotar o sistema separador absoluto, a maior parte das cidades brasileiras separam as águas pluviais em rede independente das águas residuais, o que significa que as águas pluviais seriam formadas apenas pela contribuição do escoamento superficial urbano, principalmente de ruas, sarjetas e telhados (RIGHETTO *et al.*, 2017). Porém, pode-se identificar a presença de esgoto nos dispositivos de água pluviais, devido a existência de conexões clandestinas, transbordos da rede e eventuais vazamentos (METCALF; EDDY, 2016; PANASIUK *et al.*, 2015).

Assim, as águas usadas ou efluentes, podem constituir-se fontes de poluição pontuais em se tratando de lançamentos à rede de drenagem e ao corpo hídrico, podendo ser de origem doméstica ou industrial. Para além disso, as conexões clandestinas de esgoto sanitário às redes pluviais contribuem para a contaminação de corpos d'água, que recebem esses efluentes no exultório (SACHET; BILOTTA, 2020).

A água contaminada configura ameaça à saúde pública, seja por meio do contato direto, da ingestão ou da inalação de substâncias ali presentes. Ou seja, não apenas por ingestão, mas também por contato seja no banho, por meio de esgotos abertos, transbordos ou cursos de água contaminados (MIKELONIS *et al.*, 2021). Além disso, associam-se também à possibilidade de proliferação de vetores endêmicos. As enchentes de determinado corpo hídrico também representam fator de exposição ao risco de doenças hídricas (OLIVEIRA *et al.*, 2017; GUEDES *et al.*, 2015).

Mosquera e Lima (2020) constataram, em um estudo evolutivo dos parâmetros das águas pluviais dos canais de drenagem de Santos, que em todos os canais analisados foram observadas alterações significativas em relação às amostras anteriores, indicando degradação progressiva da qualidade da água, com elevadas concentrações de coliformes e turbidez e menores de Oxigênio dissolvido.

Por sua vez, Henriques e colaboradores (2021) constataram contribuição com contaminação fecal nos estudos conduzidos, para identificar a composição das águas pluviais do sistema de macrodrenagem, em uma cidade da região Nordeste. Os autores comentam que isso se deve à defasagem nos sistemas pluviais urbanos, conseqüentes da falta de capacidade de adequação dos

sistemas devido o rápido aumento populacional e alterações no ambiente através da impermeabilização do solo, além da falta de planos públicos para gerenciamento, operação e manutenção de tais sistemas.

Nesse contexto, segundo Araújo e Bertussi (2018, p. 167), “um dos principais motivos apontados para a não universalização do saneamento no Brasil até hoje é a falta de recursos para investimentos no setor. É fácil constatar que faltam investimentos, mas é importante verificar o que há por trás dessa falta de investimento”.

METODOLOGIA

Área de Estudo

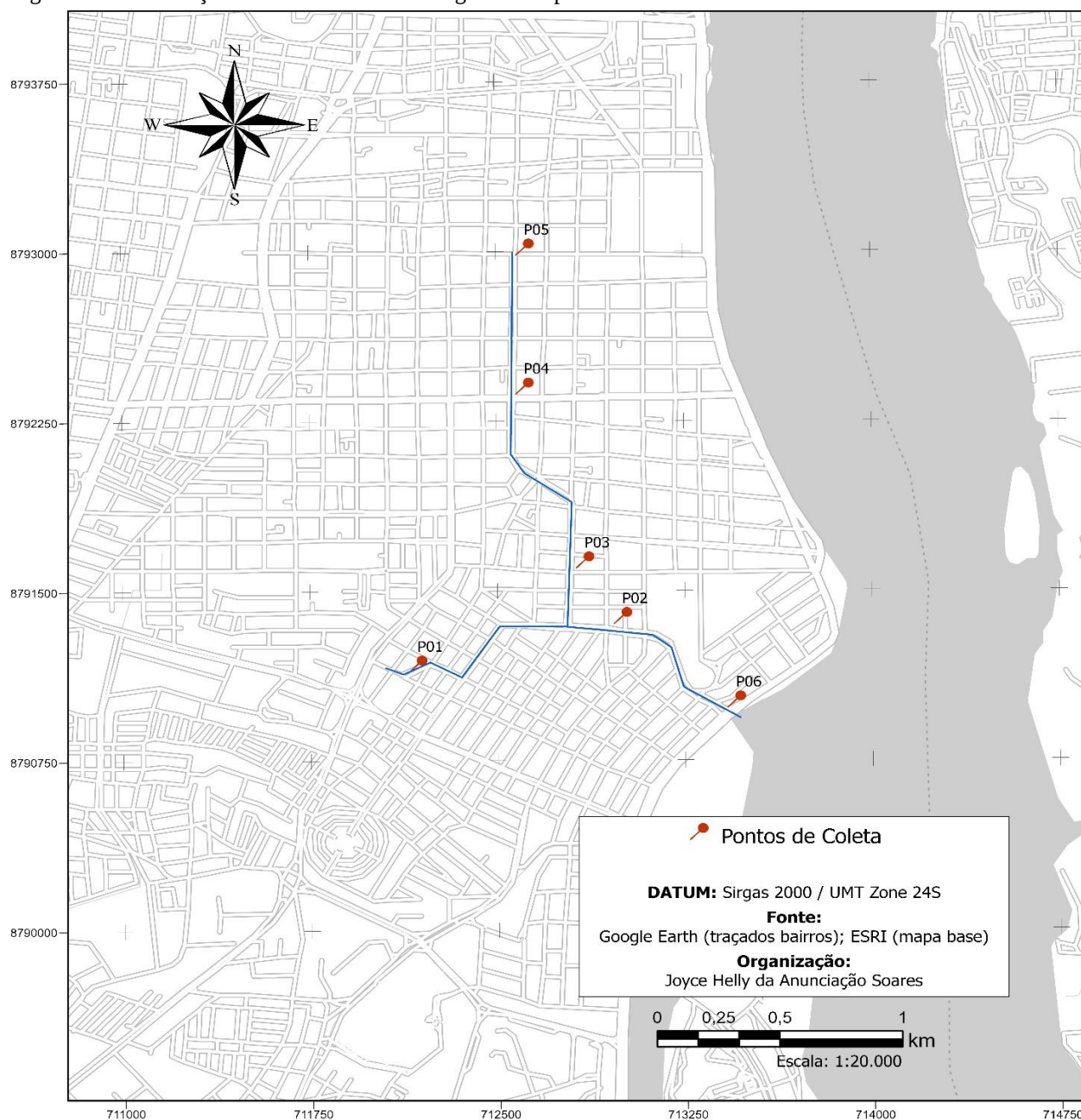
A área de estudo compreende um trecho do canal de drenagem com deságue na Praia Formosa em Aracaju/SE, onde foram escolhidos alguns pontos amostrais considerando diversos fatores (Figura 01).

Para escolha dos pontos de coleta, foram considerados: locais de fácil acesso ao canal, com condições mínimas de segurança, limites entre bairros, e o ponto de deságue, a jusante. Assim, foi foram definidos seis pontos de coleta (Quadro 01).

Araújo et al. (2010) explicam que o litoral de Aracaju apresenta três meses caracteristicamente mais secos, entre dezembro e fevereiro, com maior distribuição de precipitação distribuída entre os meses de abril a junho, estendendo com menores valores de precipitações até o mês de agosto.

De acordo com dados obtidos da DESO, especificamente o bairro Treze de julho, onde se situa o exultório do canal analisado, apresenta 100% cobertura de rede pública de coleta e transporte de esgoto para tratamento em ETE, sendo as ligações à esta rede de responsabilidade dos proprietários das edificações.

Figura 01 - Localização do canal de macrodrenagem e dos pontos de coleta.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Quadro 01 - Identificação e descrição dos pontos de coleta.

Ponto P01: Ponto localizado no início do bairro Salgado Filho, precisamente em frente ao Colégio Dinâmico. Ponto a montante do trecho à Oeste do canal. Entorno urbanizado, com solo maioritariamente impermeabilizado, presença de área verde próxima (praça), muitos comércios e algumas residências horizontais.	
Ponto P02: Ponto localizado no final do bairro Salgado Filho e início do bairro Treze de julho, recebendo contribuição de dois braços do canal, um vindo do bairro Salgado Filho e outro vindo dos bairros Centro e São José. Entorno completamente urbanizado, com solo totalmente impermeabilizado, sem presença de área verde, muitos comércios e algumas edificações verticais residenciais.	
Ponto P03: Ponto localizado no final do bairro São José, fazendo limite com o bairro Salgado Filho, recebendo contribuição do próprio bairro e do anterior, bairro Centro. Entorno completamente urbanizado, com solo totalmente impermeabilizado, sem presença de área verde, edificações maioritariamente comerciais da área da saúde e escassas residências horizontais.	

Ponto P04: Ponto localizado no início do bairro São José e final do bairro Centro, recebendo contribuição do bairro centro. Entorno completamente urbanizado, com solo totalmente impermeabilizado, sem presença de área verde, edificações majoritariamente comerciais de diversas áreas e escassas residências horizontais.	
Ponto P05: Ponto localizado no início do bairro Centro. Ponto a montante do trecho à Leste do canal. Entorno urbanizado, com solo completamente impermeabilizado, sem presença de área verde próxima, edificações majoritariamente comerciais de diversas áreas e escassas residências horizontais.	
Ponto P06: Ponto localizado no final do bairro Treze de julho, precisamente em frente à Praia Formosa. Ponto de deságue, e a Jusante do canal. Entorno urbanizado, com solo majoritariamente impermeabilizado, porém com presença de grande área verde próxima (Calçadões da praia Formosa e do Treze de Julho), tipologia de edificações dividida entre comércios e muitas edificações verticais residenciais.	

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Materiais e Métodos

Foi desenvolvida pesquisa de campo explicativa, com uso de observação direta e, por conseguinte, foi realizada pesquisa experimental, com coleta de amostras das águas do canal de macrodrenagem em estudo. Os dados primários foram provenientes da pesquisa de campo, através

de registros fotográficos e por escrito, e os dados secundários de referências bibliográficas e documentais, com ajuda de instituições como a DESO e a EMURB.

Com base na climatologia apresentada anteriormente, as coletas foram realizadas em dois períodos: chuvoso e seco, sendo eles respectivamente nos meses de agosto e dezembro de 2021. Cada campanha foi feita em duplicata, contabilizando ao total 20 campanhas. Para a coleta, foram utilizados instrumentos de suporte, já que não foi possível acesso direto ao dispositivo de drenagem, sendo eles: balde e corda. Imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas em refrigeração entre 5° e 10° C.

As amostras foram analisadas pelo Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) e, pelos pesquisadores no Laboratório de Saneamento (LABSAN) do Instituto Federal de Sergipe (IFS), seguindo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW)*. Os parâmetros analisados foram: pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Sólidos Suspensos (SS), Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais.

Estatística Descritiva

Para ser possível descrever os dados obtidos de modo objetivo, foi preciso testar a normalidade dos mesmos, através do método de *Shapiro Wilk*, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), considerando como hipótese nula a normalidade dos dados.

Em seguida, foram elaborados através da estatística descritiva básica os *Box plots* dos parâmetros, para diversas combinações entre variáveis dependentes e as tabelas com valores de máximo, mínimo, desvio padrão e medianas. Destacando que, devido a anormalidade dos dados, nos *Box Plots* e nas tabelas utilizou-se valores de medianas dos parâmetros e não de médias.

Todos os gráficos e tabelas apresentados na pesquisa foram concebidos através do software *Statistica* (versão 10.0). Por fim, com base nos resultados obtidos através da estatística, foi feita uma comparação das medianas obtidas através das amostras de campo, para cada ponto de coleta nas diferentes estações, com valores dispostos em literaturas consultadas, e amplamente usadas no âmbito do tema saneamento básico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização a partir de Sólidos

Pessoa e Jordão (2016) discriminam os seguintes valores-base de concentrações de Sólidos Totais como característicos de esgoto forte, médio e fraco, respectivamente, 1.160 mg/L, 730 mg/L e 370 mg/L. Já Metcalf e Eddy (2017) adotam os valores de 1.230 mg/L, 720 mg/L e 390 mg/L. Por apresentarem limites mais inferiores, foram utilizados como referência os valores da primeira literatura mencionada neste parágrafo. Em seguida, descreve-se os resultados a partir das comparações dos dados obtidos em campo.

Os pontos P01 e P04 apresentaram concentrações medianas de ST abaixo das características do esgoto fraco para ambas as estações: seca e chuvosa. O ponto P02 apresentou concentração equivalente a esgoto forte para a estação chuvosa (1.701,5 mg/L) e fraco para a estação seca (515,83 mg/L). Para o ponto P03, o valor de 753,85 mg/L qualifica-se como esgoto médio no período de maior pluviosidade. Por fim, o ponto P06 apresentou os maiores valores com 4.200,5 mg/L de ST no período chuvoso, o que segundo a literatura consultada indica esgoto forte, e 1.053,63 mg/L no período seco, indicando esgoto médio (Tabela 01).

Tabela 01 - Resultados das concentrações de sólidos totais por mediana dos pontos em comparação às literaturas.

ESTAÇÃO CHUVOSA			ESTAÇÃO SECA		
Ponto	Sólidos Totais (mg/L)	Caracterização	Ponto	Sólidos Totais (mg/L)	Caracterização
P01	324,5	-	P01	29,33	-
P02	1.701,5	Forte	P02	515,83	Fraco
P03	753,85	Médio	P03	203,45	-
P04	350,85	-	P04	177,75	-
P06	4.200,5	Forte	P06	1.053,63	Médio

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

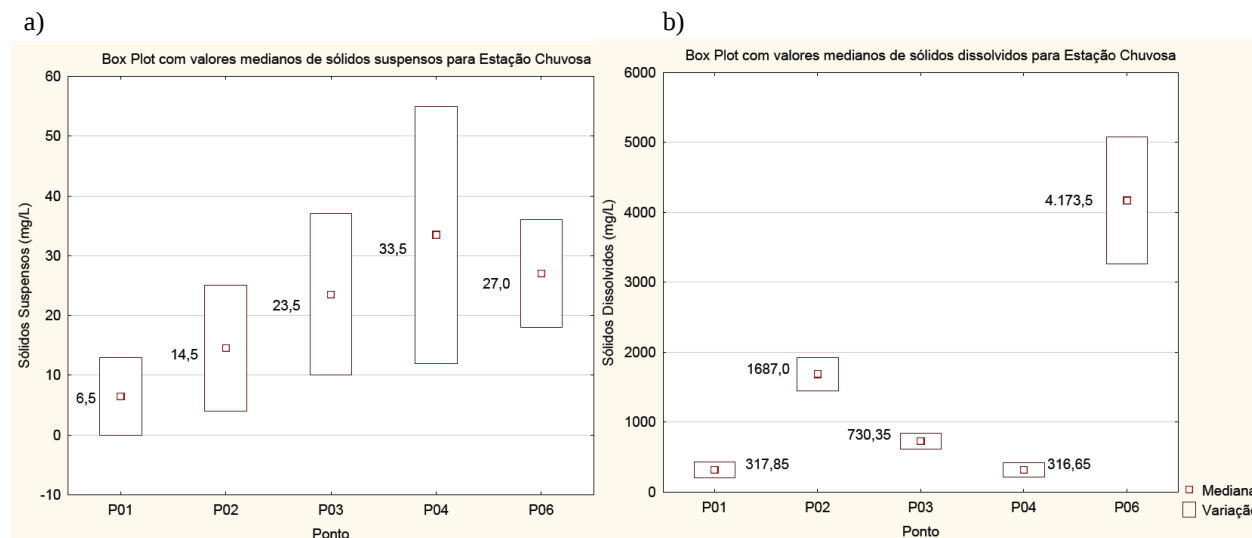
P01 e P04 (Figuras 02a. e 02b.) são pontos situados mais a montante, recebendo assim menor contribuição de vazão, o que pôde ser evidenciado inclusive nas lâminas de água nos momentos de coleta. Frisando que a ausência do ponto P05 (Figura 02c) deve-se à impossibilidade de fazer as coletas, pois a lâmina de água se apresentou muito rasa em ambas as estações estudadas.

Figura 02 - Pontos de Coleta



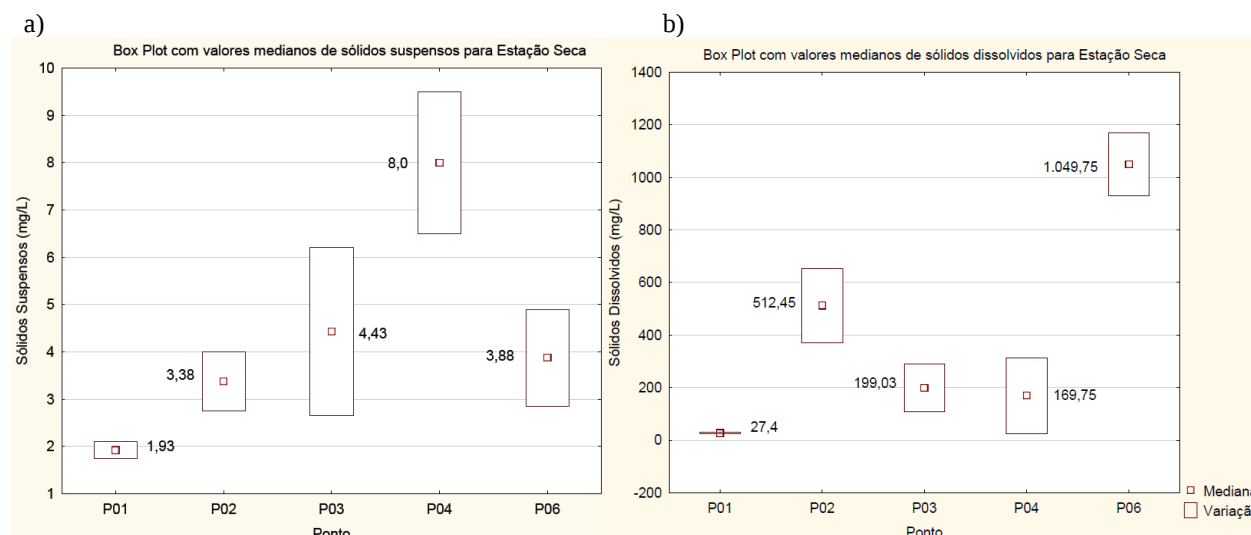
Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

A partir dos *Box Plots* das (Figuras 02 e 03), e levando em consideração que o valor de sólidos totais se dá pela soma dos SS com os SDT, evidencia-se que os valores de SDT foram os maiores influenciadores no valor final de sólidos totais, apresentando concentrações mais elevadas que os SS para todos os pontos nas duas estações.

Figura 02 - *Box Plots* de valores medianos na estação chuvosa para a) SS; b) SDT.

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Figura 03 - Box Plots de valores medianos na estação seca para a) SS; b) SDT.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Pessoa e Jordão (2016) comentam que geralmente os valores de concentrações de sólidos suspensos para caracterização de esgoto doméstico *in natura* apresentam-se na faixa de 120 a 360 mg/L, o que, se analisado com os resultados obtidos, não se configuram como tal, já que apresentam valores menores que a faixa mínima citada. Já os esgotos tratados, almeja-se uma concentração em torno de 30mg/L, o que pode ser evidenciado na maioria dos valores obtidos em análise.

Os resultados de sólidos para o ponto P06 corroboram com aquelas obtidos também no mesmo ponto, intitulado P1, por Meneses *et al.* (2018). Os autores evidenciam que a grande quantidade de material particulado está provavelmente associada às obras de aterro e contenção do Rio Sergipe, na Praia Formosa.

Piratoba *et al.* (2017) revela que os SDT é um parâmetro utilizado geralmente no controle de poluição de cursos d'água com efluentes de origem doméstica ou industriais, na avaliação da eficiência de tratamentos de esgotos.

Por outro lado, Pamuru e colaboradores (2021) comentam que os sólidos suspensos também são uma medida comum de águas residuais, e têm sido amplamente utilizados em estudos de águas pluviais, como representação da concentração de material particulado nesse tipo de efluente. Indo de encontro aos resultados encontrados, os autores observam que, em um apanhado feito por eles mesmos em diversas amostras de águas pluviais, os SS costumam estar presentes em altas

concentrações comparando a outros parâmetros de qualidade, variando de 0,1 mg/L a 6.900 mg/L, já os SDT variam de 0,2 mg/L a 113,86 mg/L.

Caracterização a partir da DBO

Para o parâmetro de DBO, Pessoa e Jordão (2016) apresentam os valores-base de 100 mg O₂/L, 200 mg O₂/L e 400 mg O₂/L como concentrações características, respectivamente, de esgoto fraco, médio e forte. Por sua vez, Metcalf e Eddy (2017) consideram as concentrações de 110 mg O₂/L, 190 mg O₂/L e 350 mg O₂/L. Apresenta-se, portanto, os resultados das comparações das concentrações aferidas, através das análises feitas com as discriminadas pelos autores acima.

Para todos os pontos analisados, tanto no período de maior precipitação quanto no período seco, as concentrações de DBO permaneceram abaixo de 190 mg O₂/L, o que indica que todos os pontos estão caracterizados abaixo das concentrações de esgoto fraco (Tabela 02).

Tabela 02 - Resultados das concentrações de DBO por mediana dos pontos em comparação às literaturas.

ESTAÇÃO CHUVOSA			ESTAÇÃO SECA		
Ponto	DBO (mg O ₂ /L)	Caracterização	Ponto	DBO (mg O ₂ /L)	Caracterização
P01	13,4	-	P01	26,05	-
P02	58,35	-	P02	32,7	-
P03	65,9	-	P03	55,2	-
P04	19,9	-	P04	58,25	-
P06	66,9	-	P06	26,25	-

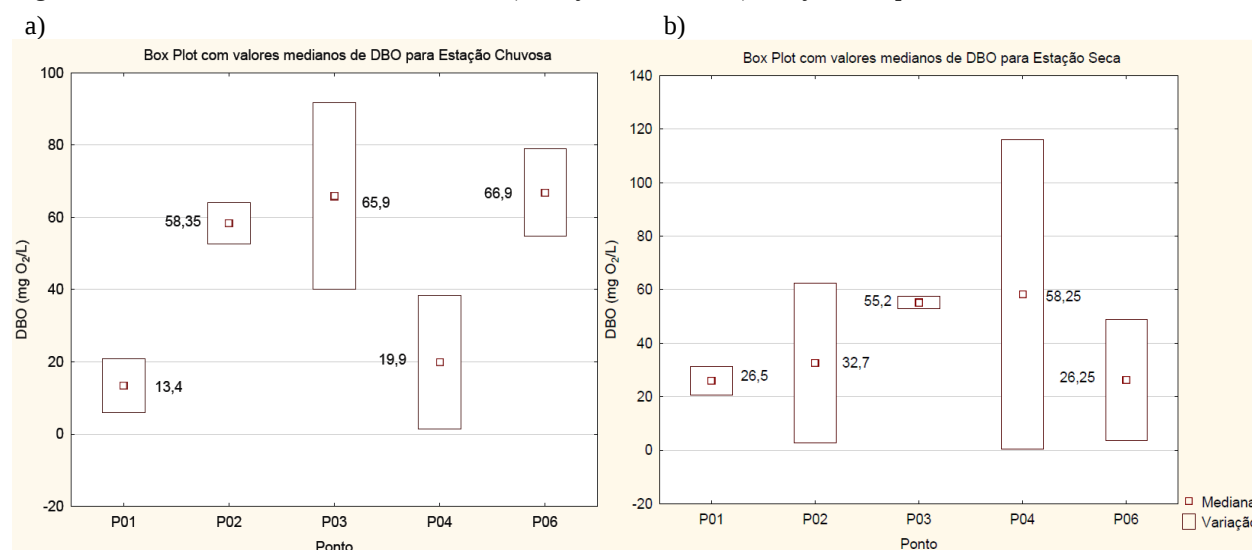
Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Como certificado em Berga *et al.* (2021), o parâmetro da DBO relaciona-se diretamente à concentração de matéria orgânica no meio em análise. Os autores obtiveram as maiores concentrações de DBO no ponto de menor profundidade do canal e no período de maior estiagem, com valor máximo de 127,64 mg/L e valor médio de 44,67 mg/L. Complementam ainda que o resultado demonstrou a influência das dimensões do canal na reaeração das águas e o indício do lançamento de esgoto doméstico, por meio de possíveis ligações clandestinas, uma vez que no período chuvoso evidenciou-se menores valores.

É possível constatar a partir da (Figura 05) que dentre os 5 pontos analisados neste estudo, 2 deles apresentaram concentrações de DBO maiores para o período seco, sendo eles o ponto P01 e o ponto P04, situados mais a montante do canal de macrodrenagem. Já indo de encontro ao

mencionado, os outros 3 pontos analisados apresentaram teores de DBO mais elevados na estação chuvosa, o que compromete a hipótese de que maior parte da contaminação seja decorrente de despejos clandestinos de esgoto. Atentando-se que todos eles apresentaram concentrações não muito elevadas para esse parâmetro.

Figura 05 - Box Plots de valores medianos na a) estação chuvosa e b) estação seca para DBO.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Não obstante, é fato de que a presença de matéria orgânica, principalmente nos pontos mais a montante onde não há influência das águas da maré, confere a característica de presença de esgoto, apenas apresentando-se em valores menores do que os que se previa. Pessoa e Jordão (2016) atestam, por exemplo, que esgotos que passam por tratamento de nível secundário, devem apresentar concentrações na faixa de 30mg O₂ /L.

Caracterização a partir de Óleos e Graxas

Dentro das literaturas consideradas, os valores-base de concentrações de Óleos e Graxas para esgoto fraco, esgoto médio e esgoto forte são, respectivamente, 50mg/L, 90 mg/L e 100-110 mg/L (PESSOA; JORDÃO, 2016; METCALF; EDDY, 2017; VON SPERLING, 2016).

Considerando os valores apontados no parágrafo anterior, a concentração de óleos e graxas apresentou as características de esgoto fraco, médio e forte, somente, e respectivamente para os

pontos P01 com 53,25mg/L na época chuvosa, P03 com 101,55 mg/L na época seca e P06 com 1.016,3 mg/L na época chuvosa, conforme (Tabela 03).

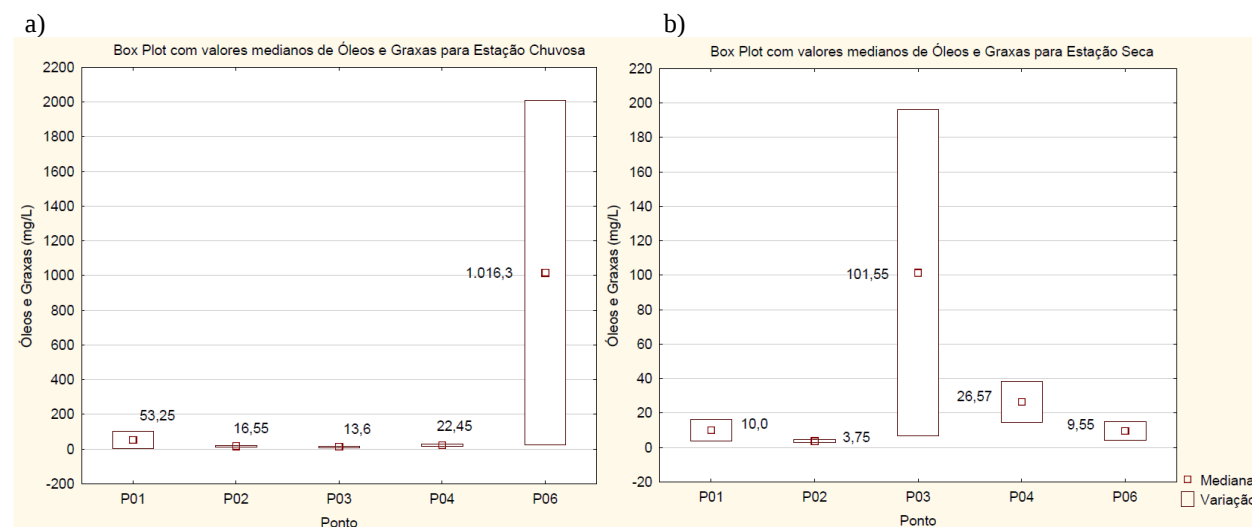
Tabela 03 - Resultados das concentrações de Óleos e Graxas por mediana dos pontos em comparação às literaturas.

ESTAÇÃO CHUVOSA			ESTAÇÃO SECA		
Ponto	Óleos e Graxas (mg/L)	Caracterização	Ponto	Óleos e Graxas (mg/L)	Caracterização
P01	53,25	Fraco	P01	10	-
P02	16,55	-	P02	3,75	-
P03	13,6	-	P03	101,55	Médio
P04	22,45	-	P04	26,57	-
P06	1.016,3	Forte	P06	9,55	-

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Observando nos *Box plots* (Figura 06), os pontos P03 e P06 foram os que apresentaram também maior variação de concentrações entre a primeira e a segunda coleta, sendo que na segunda coleta, para seus respectivos períodos de pluviosidade, os dois pontos apresentaram valores muito mais baixos, abaixo da caracterização de esgoto fraco, de 50mg/L.

Figura 06 - *Box Plots* de valores medianos na a) estação chuvosa e b) estação seca para Óleos e Graxas.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Levando em consideração a classe de água menos exigente em relação a parâmetros de qualidade, Classe 3 de águas salobras, a resolução CONAMA 430/2011 determina valores máximos de óleos minerais de até 20 mg/L e óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L. Já para valores considerando a disposição direta de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de

esgotos sanitários, a mesma resolução estabelece que a concentração máxima de Óleos e Graxas de 100 mg/L.

Considerando esses valores, o ponto P06 exibiu valores muito fora dos padrões exigidos por essa norma na estação seca, apresentando mediana de concentração de 1.016,3 mg/L, porém com concentrações normais e abaixo do limite para a estação chuvosa. Além deste, o ponto P03 foi outra localização que atingiu valor mediano mais alto do que aqueles previstos em lançamentos diretos de esgoto sanitário advindo de um tratamento secundário, dessa vez na estação seca.

Percebe-se, a partir da inconstância dos dados para esse parâmetro, comportamento típico de poluição por carga do tipo difusa, onde há grande dificuldade de detecção dos pontos exatos que acarretam lançamento desse poluente, o que indica que a contribuição desse parâmetro se dá, principalmente, por meio de escoamento superficial, provavelmente a partir de lavagens, e resíduos dos próprios comércios e veículos que circundam o perímetro do canal, caracterizando-se como óleos minerais.

Caracterização a partir dos Coliformes

Para todos os pontos, nas coletas de ambas as estações, os valores de coliformes termotolerantes e coliformes totais mostram-se acima da ordem de 10^3 , o que é a média permitida por legislações.

O menor valor medido foi registrado no ponto P03 para a estação chuvosa com 17.000 NMP por 100 mL de amostra. Mesmo apresentando alguns valores menores na estação chuvosa, ainda são valores muito elevados, acima de qualquer concentração estabelecida em legislação. A resolução CONAMA 357/2005, por exemplo, estabelece valores não maiores que 4.000 por 100 mL para a classe de água menos exigente em relação a parâmetros de qualidade: Classe 3 de águas salobras.

Autores como Pessoa e Jordão (2016) e Von Sperling (2016) indicam que microrganismos do tipo coliformes totais são indicadores de esgoto em faixas de ordem entre 10^6 e 10^{10} . Já os valores atestados neste estudo variaram nas ordens de 10^4 e 10^6 , mostrando-se acima de qualquer limite estabelecido em norma e aqueles definidos em literaturas (Tabela 04).

Tabela 04 – Valores de Coliformes termotolerantes e Coliformes totais.

Ponto	Período	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	Coliformes totais (NMP/100mL)
P01	Chuvoso	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P02	Chuvoso	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P03	Chuvoso	$1,7 * 10^4$	$3,9 * 10^4$
P04	Chuvoso	$2,8 * 10^5$	$> 1,6 * 10^6$
P06	Chuvoso	$4,7 * 10^4$	$> 1,6 * 10^6$
P01	Chuvoso	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P02	Chuvoso	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P03	Chuvoso	$5,4 * 10^5$	$> 1,6 * 10^6$
P04	Chuvoso	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P06	Chuvoso	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P01	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P02	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P03	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P04	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P06	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P01	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P02	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P03	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P04	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$
P06	Seco	$> 1,6 * 10^6$	$> 1,6 * 10^6$

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Henriques *et al.* (2021) expõem os valores encontrados em suas pesquisas para as concentrações de coliformes termotolerantes. Houve uma variação entre as ordens de 10^5 e 10^7 , o que segundo os autores atesta a associação com o lançamento de esgotos sanitários. Frisam ainda que, apesar de em todos os pontos ser possível notar a presença de esgoto *in natura*, um ponto em particular apresentou valores típicos de águas residuárias domésticas. Além disso, observaram que houve uma proporcionalidade inversa entre a pluviosidade e a concentração desses indicadores de contaminação fecal.

Tais dados corroboram com os resultados evidenciados no presente estudo, e nos estudos feitos por Pamuru (2021) e Vidal *et al.* (2019), por exemplo, sendo que estes analisaram a poluição difusa no sistema de drenagem da mesma localização que o estudo anterior.

Os indicadores característicos de contaminação fecal em dispositivos de drenagem ocorrem principalmente em países em desenvolvimento, com baixos níveis de cobertura de saneamento básico ou com falhas na gestão das águas pluviais urbanas (HENRIQUES *et al.*, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação às concentrações de sólidos, os pontos mais a montante apresentaram concentrações abaixo das características do esgoto fraco para ambos os períodos do ano: chuvoso e seco. Os pontos intermediários P02 e P03, que recebem contribuição de outros bairros, apresentaram maiores concentrações de sólidos, caracterizando-se como esgoto forte e médio, o que indica a presença de esgoto de média a alta concentração. Já o ponto a jusante, apresentou os maiores valores devido a influência do solo do entorno e das dinâmicas da maré.

Os valores de SDT foram os maiores influenciadores no valor final de sólidos totais, apresentando concentrações mais elevadas que os SS para todos os pontos nas duas estações, o que é um ponto a se observar, uma vez que os esgotos domésticos apresentam valores de sólidos dissolvidos muito mais elevados do que de sólidos suspensos, sendo estes últimos indicadores mais característicos de poluição difusa.

Tratando-se da DBO, todos os pontos analisados para os dois períodos apresentaram concentrações abaixo de 190 mg O₂/L, com valores abaixo das características de esgoto fraco *in natura*, porém segundo algumas literaturas, alguns dos valores observados são característicos de esgotos que sofreram tratamento secundário, com remoção de DBO até a faixa final de 30mg/L.

A presença de matéria orgânica, principalmente nos pontos onde não há influência das águas da maré, confere a característica de presença de esgoto, apenas apresentando-se em valores menores do que os que se previa na hipótese inicial da pesquisa.

Para óleos e graxas, os pontos P03 e P06 exibiram valores elevadamente fora dos padrões exigidos por normas na estação seca. A inconstância dos dados para esse parâmetro, sugere comportamento típico de poluição por carga do tipo difusa, com difícil detecção, indicando que a contribuição desse parâmetro se dá, principalmente, através do escoamento superficial, advindo dos próprios comércios e veículos que circundam o perímetro do canal.

Considerando os valores do indicador característicos de contaminação fecal, em todos os pontos, nas coletas de ambas as estações, os valores mostraram-se acima da ordem permitida por legislações e determinadas por literaturas conhecidas.

De modo geral, percebe-se a presença de esgoto em pontos ao longo do canal, principalmente os pontos intermediários que recebem contribuição de outros bairros, porém a maioria das concentrações mostrasse de fraca a média, de acordo com os parâmetros encontrados na literatura.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. C.; BERTUSSI, G. L. Saneamento Básico no Brasil: estrutura tarifária e regulação. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 51, jul./dez. 2018.
- BEGA, J. M. M.; NASCIMENTO DE OLIVEIRA, J.; ALBERTIN, L. L. Dinâmica temporal da qualidade da água em um córrego urbano. **Engenharia Sanitária e Ambiental** [online]. 2021, v. 26, n. 05, pp. 903-913. ISSN 1809-4457. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200163>.
- GUEDES, G. R.; SIMÃO, A. B.; DIAS, C. A. BRAGA, E. O. Risco de adoecimento por exposição às águas do Rio Doce: um estudo sobre a percepção da população de Tumiritinga, Minas Gerais, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 31(6):1257-1268, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00063514>.
- HENRIQUES, J. A. [et al...]. Água de drenagem ou esgoto sanitário? Uma análise do sistema de macrodrenagem em cidade de médio porte na Região Nordeste. **Engenharia Sanitária e Ambiental** [online]. 2021, v. 26, n. 05, pp. 935-943. ISSN 1809-4457. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190223>.
- LIMA, J. S. Q. Estimativa do lançamento de esgoto doméstico por assentamentos precários em lagoas na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**. Fortaleza, v. 11, n. 2, p.92-107. 2017. ISSN: 1982-5528
- MENESES, F. M. S.; SANTOS, A. A. F.; SANTOS, D. L.; SIQUEIRA DE SOUZA, C.; VIEIRA DA SILVA, F. Monitoramento da Qualidade das Águas nos Canais de Drenagem na Cidade de Aracaju/SE Com o Uso de Sonda Multiparâmetros. In: **XI Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe**. 2018.
- MESSIAS, E. C. Análise ambiental da região dos canais de drenagem de águas pluviais em aracaju/se. **Revista Expressão Científica (REC)**. 2020, v. 5, n. 1.
- METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento De Efluentes E Recuperação De Recursos**. 5ª edição. Tradução: Ivanildo Hespanhol, Jose Carlos Mierzwa. Bookman. 2016.
- MOSQUERA, L. V. F.; LIMA, A. B. C. R. Qualidade das águas pluviais dos canais de drenagem de Santos no período de 2005 a 2013. **Bioscience**. 2020, v. 9, nº 3, pp. 174-193.
- OLIVEIRA, J. D.; SILVA FILHO, A. C.; SILVA, J. B. A Água e suas Correlações com Doenças na Cidade de Campina Grande-PB. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 2017. ISSN: 1980-1726.

PAMURU, S. T.; FORGIONE, E.; CROFT, K.; KJELLERUP, B. V.; DAVIS, A. P. Chemical characterization of urban stormwater: Traditional and emerging contaminants. **Science of The Total Environment**. 2021. 151887, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151887>.

PANASIUK, O.; HEDSTRÖM, A.; MARSALEK, J.; ASHLEY, R. M.; VIKLANDER, M. Contamination of stormwater by wastewater: A review of detection methods. **Journal of Environmental Management**, v. 152, 2015, p. 241-250, ISSN 0301-4797, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.050>

PHILIPPI JR., A.; MALHEIROS, T. F. Saneamento e saúde pública: integrando homem e ambiente. In: **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri – SP: Manole, 2005. cap. 1.

RIGHETTO, A. M.; GOMES, K. M.; FREITAS, F. R. S. Poluição difusa nas águas pluviais de uma bacia de drenagem urbana Diffuse pollution of storm water runoff from an urban catchment. **Eng Sanit Ambient**. 2017, v.22, n.6, pp. 1109-1120.

SACHET, M. A. C.; BILOTTA, P. Sustainability analysis of new household connections to the municipal sewage collection network in Paraná. **Revista Ambiente & Água** [online]. 2020, v. 15, n. 1, e2419. ISSN 1980-993X. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2419>.

SALLAA, M. R.; SÁA, E.; FERREIRA, P. A. S. C. MELOA, N. A. Relação entre saneamento básico e saúde pública em Bissau, Guiné-Bissau. **Revista Saúde e Sociedade**. São Paulo, v.28, n.4, p.284-296, 2019. DOI: 10.1590/S0104-12902019180705.

VIDAL, I. C. A. **Avaliação da poluição difusa no sistema de macrodrenagem de Campina Grande-PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, Paraíba, 2019.

VON SPERLING, M. **Urban wastewater treatment in Brasil**. Inter-American Development Bank Technical Note 970. Inter-American Development Bank, 2016.

Artigo III

**Análise da Influência da Sazonalidade e da Localização na
Composição das Águas do Canal de Macro drenagem:
Estudo de Caso em uma Capital Litorânea**

Análise da Influência da Sazonalidade e da Localização na Composição das Águas do Canal de Macrodrenagem: Estudo de Caso em uma Capital Litorânea

RESUMO

Apesar de o Brasil adotar o sistema de drenagem do tipo separador absoluto, separando as águas de drenagem das águas residuais, podem estar presentes quantidades variáveis de esgoto na água pluvial. Em áreas urbanas, a complexidade das cargas difusas e pontuais possui relação direta com o saneamento e limpeza urbana. Estudos que identificam e caracterizam os fatores de poluição, são importantes instrumentos na definição de medidas para remediação de problemas associados ao lançamento dessas cargas. O estudo objetivou determinar, através de tratamento estatístico, o comportamento da variação dos parâmetros das águas do canal de macrodrenagem, utilizando como fatores de análise quanto à diferença significativa a Sazonalidade e a Localização dos pontos de coleta. Ao utilizar o teste H de *Kruskal-Wallis* (HKW), com nível de significância de 5% foi possível observar que SDT, ST e CE apresentaram diferença significativa quanto à Localização dos pontos, principalmente entre aqueles a montante e a jusante do canal, sugerindo influência do uso do solo, observados no entorno, do acúmulo de efluentes ao longo do canal e da dinâmica de marés no P06. Em relação à Sazonalidade, os parâmetros pH, Turbidez, Salinidade, SDT, SS e ST apresentaram diferença significativa entre período chuvoso e seco, com valores máximos na estação chuvosa, o que configura indício de poluição difusa, através do carreamento de poluentes, por meio do escoamento superficial em períodos mais chuvosos.

Palavras-chave: Drenagem Urbana; Efluentes Sanitários; Estatística Descritiva; Parâmetros de Qualidade.

ABSTRACT

Although Brazil adopts the absolute separate stormwater sewer system, variable amounts of sewage can be present in stormwater. In urban areas the complexity of diffuse and point source loads is directly related to sanitation and urban cleaning. Studies that identify and characterize the pollution factors are important tools in the definition of measures for the remediation of problems associated with these discharges. The study aimed to determine, through statistical treatment, the behavior of the variation of water parameters in the macro drainage channel using as analysis factors as to significant difference the Seasonality and the Location of the collection points. By using the *Kruskal-Wallis* H-test (HKW), with a significance level of 5% it was possible to observe that TDS, TS and EC presented significant difference regarding the Location of the points, mainly between those upstream and downstream of the channel, suggesting influence of land use observed in the surroundings, the accumulation of effluents along the channel and the tidal dynamics in P06. Regarding seasonality, the parameters pH, Turbidity, Salinity, TDS, SS and TS showed a significant difference between rainy and dry seasons, with maximum values in the rainy season, which indicates diffuse pollution through the carriage of pollutants by surface runoff in wetter periods.

Keywords: Descriptive Statistics; Quality Parameters; Urban Drainage; Sanitary Effluent.

INTRODUÇÃO

Segundo Barbosa et. al (2019), alguns dos fatores que podem interferir na qualidade da água são o uso e a ocupação do solo, o lançamento de efluentes e a poluição difusa, e por isso os autores afirmam ser necessário um monitoramento das variáveis que influenciam a qualidade das águas.

Oliveira (2017, p. 2) comenta que “o crescimento desordenado das cidades e um planejamento urbano ineficiente, resultam em deficiências nos serviços de saneamento, causando danos ambientais”. Sendo a disposição inadequada de esgotos sanitários, uma das principais causas de poluição de corpos d’água. Portanto, os esgotos que fluem para a rede de drenagem contribuem também para essa poluição (AHMED et al., 2018; VON SPERLING, 2016).

A escolha do canal que possui o bairro Treze de julho a jusante, justifica-se pelo modo acelerado como se deu a urbanização desse bairro, de modo tipicamente vertical nos últimos anos, aliado à pouca infraestrutura inicial, levando à uma série de problemas ambientais, identificados em diversas pesquisas como em Malta (2018), Silva (2016) e Viana (2016) , sendo o principal deles a contaminação da rede de drenagem e consequentemente do Rio Sergipe, os quais se intensificam de modo negativo quando ocorrem as inundações típicas do bairro, em períodos de maré alta.

O Rio Sergipe, receptor das águas da rede de drenagem, constitui importante recurso para o desenvolvimento econômico do estado, desde a transferência de Capital. Tratando-se de corredor atrativo para implementação de organizações industriais e agropecuárias.

Para tanto, este artigo objetiva determinar, através de tratamento estatístico, o comportamento da variação dos parâmetros das águas do canal de macrodrenagem utilizando como fatores de análise quanto à diferença significativa a sazonalidade e a localização dos pontos de coleta.

REFERENCIAL TEÓRICO

Efluentes e Sistemas de Esgotamento

A água está presente em todos os ecossistemas, e sua qualidade sofre alterações não apenas advindas de ações antropogênicas, mas também por condições naturais, isso se deve à sua natureza solvente. Logo, em relação aos aspectos modificadores de ordem natural, baseando-se no tipo de

cobertura e de composição do solo de uma dada bacia hidrográfica, a água pode carregar consigo diversas impurezas do solo e das rochas no seu ciclo de escoamento (DAVIS; MASTEN, 2016; VON SPERLING, 2014).

Von Sperling (2007) então apresenta uma divisão de rotas do deslocamento da água, sendo elas: água bruta (retirada do manancial); água tratada (para uso/abastecimento); água usada (esgoto bruto); esgoto tratado; água pluvial (água da chuva coletada por condutos e escoadas das superfícies); recurso hídrico receptor (recebe água pluvial e efluente de ETE) e água de reuso (esgoto reutilizado).

Grande parte dos efluentes produzidos por edificações residenciais e comerciais é direcionada ao sistema público de coleta de esgoto sanitário, sendo então conduzida às Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) (SAPKOTA et al., 2019). Vigiak et al. (2020) comentam que quando não há a presença de uma rede pública de coleta de esgoto sanitário, as edificações urbanas podem fazer uso de sistemas individuais de tratamento dos seus efluentes, com posterior lançamento ao corpo receptor ou à rede de drenagem pluvial, atentando-se às liberações locais quanto à essa prática.

O Brasil adota majoritariamente o sistema do tipo separador absoluto, separando as águas de drenagem em rede independente das águas residuais (VON SPERLING, 2016). Porém, mesmo fazendo uso de sistemas de coleta separadores, Metcalf e Eddy (2017) e Panasiuk et al., (2015) afirmam que podem estar presentes quantidades variáveis de esgoto na água pluvial, sendo o contrário também verdade, sendo as principais razões para isso a existência de conexões cruzadas, conexões irregulares, transbordos e vazamentos das redes, o que afeta a qualidade do recurso hídrico receptor e representar riscos à saúde pública e do ambiente.

Em áreas urbanas, a complexidade das cargas difusas e pontuais possui relação direta com o saneamento e limpeza urbana. As cargas ditas difusas são aquelas que não possuem foco, vazão ou fluxo definidos, resultando do escoamento de áreas extensas, o que dificulta a sua determinação, medição e controle (TORMAM et. al, 2017; LIMA, 2016). Algumas das fontes poluidoras difusas podem ser o despejo irregular de efluentes e resíduos em vias, e dispositivos públicos e os materiais particulados advindos de veículos. Já as fontes pontuais são caracterizadas por foco definido e pontual, de fácil determinação, como os condutos que levam efluentes sanitários a determinado local (VIANINI; IBRAHIM, 2017).

Segundo os supracitados, os estudos que identificam e caracterizam os fatores de poluição, são importantes instrumentos na definição de medidas para remediação de problemas associados a esses lançamentos, juntamente com identificação dos locais de geração e aporte das cargas residuais e com o monitoramento dessas cargas.

Haja vista a hipótese de contaminação da rede de drenagem por esgotos sanitários, é fato que a tanto a concentração dos constituintes, quanto dos efluentes da rede de drenagem, assim como dos cursos d'água, pode variar ao longo do tempo, num mesmo ponto, em função das características das contribuições recebidas ou das variáveis meteorológicas (BARBOSA et al., 2019).

Tratamento Estatístico em Dados de Qualidade da Água

A Análise de Variância (ANOVA), de modo geral, é um procedimento utilizado para determinar os fatores que provocam a variação em um conjunto de medidas. A ANOVA permite aos pesquisadores determinar se os valores médios de diferentes grupos ou condições se diferem. A ANOVA simples compara os valores médios da variável dependente através de uma quantidade qualquer de grupos para determinar se determinado fator independente tem efeito significativo (ROBERTS; RUSSO, 2014).

Os autores trazem ainda que a análise de variância tem uso em diferentes áreas como Psicologia, Biologia, Sociologia, Educação, Agricultura, Engenharia, dentre outros. Dentro dos estudos de qualidade da água, a ANOVA se encaixa em usos, como na análise da influência da sazonalidade e variação temporal nos parâmetros e da influência dos pontos de coleta. Entretanto, para a aplicação da ANOVA, deve-se atender os pressupostos de normalidade, independência e homoscedasticidade (LUCENA; CABRAL JÚNIOR, 2020).

O teste não paramétrico, proposto pelos pesquisadores William Kruskal e W. Allen Wallis (teste H de *Kruskal-Wallis* - HKW) assemelha-se ao teste F da ANOVA, porém por outra via não se restringe ao pressuposto de normalidade. No teste HKW, são comparadas n variáveis independentes, partindo da hipótese nula de que as diferenças medianas entre os grupos analisados não são significativas, o que é determinado através do valor-p ou da probabilidade de significância (LUCENA; CABRAL JÚNIOR, 2020).

Diante dos fatos, a avaliação da normalidade da distribuição dos dados é essencial para que seja feita a devida descrição da amostra em questão. Um dos passos no teste da normalidade de um conjunto de dados é através da visualização dos seus histogramas, podendo ser possível identificar assimetrias e descontinuidades nos dados. Salienta-se que, quando da análise de múltiplos subgrupos, todas as subamostras devem ser avaliadas quanto à normalidade. Tais testes sofrem interferência na sua eficiência de acordo com o tamanho amostral. Em amostras de até 50 unidades, são preferíveis os testes de *Shapiro-Wilk* e *Shapiro-Francia* (MIOT, 2017).

Tibola e Castro (2019) utilizaram a análise de variância para os fatores de posição e período e constataram que o Índice de Qualidade da Água e a Demanda Química de Oxigênio não apresentaram variação significativa para ambos os fatores, porém o fator período apresentou variação significativa para o Carbono Orgânico Total. Já Tormam *et al.* (2017) analisaram 12 parâmetros adotando como fator a sazonalidade, e ao utilizar o Teste de *Tukey* e o Teste de *Kruskal-Wallis*, obtiveram variabilidade estatística significativa para T, OD, Nitrogênio total, Fósforo total e coliformes totais.

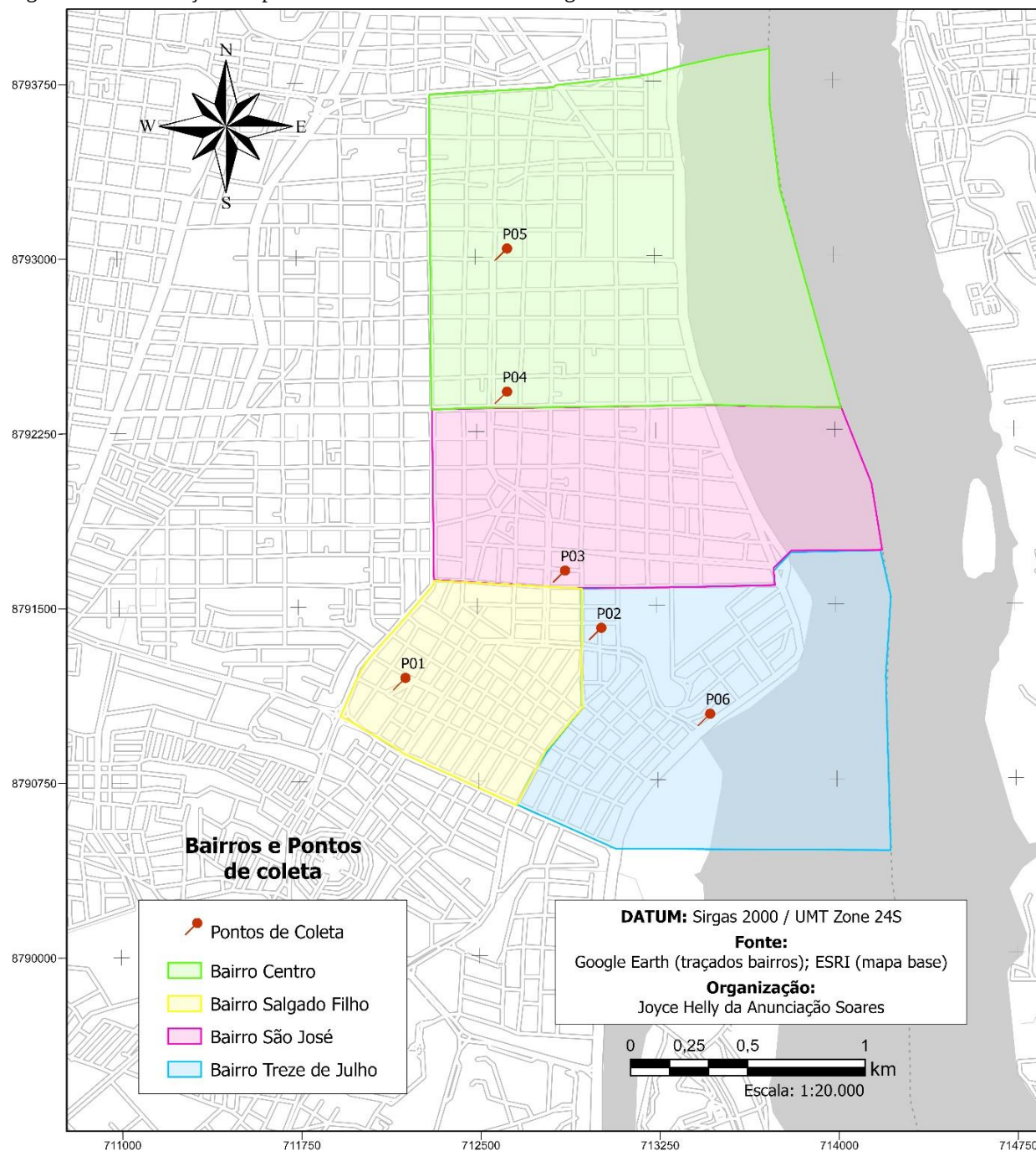
A utilização de processos estatísticos e os estudos sobre a qualidade da água auxilia no entendimento do comportamento das variáveis analisadas em relação a diferentes fatores, e o quanto esses fatores são significativos sobre essas variáveis, indicando uma ferramenta útil para a análise e conhecimento das dinâmicas e influências de deságues e contribuições em determinada rede de drenagem ou curso d'água (PEREIRA; KOBAYAMA, 2013).

METODOLOGIA

Área de Estudo

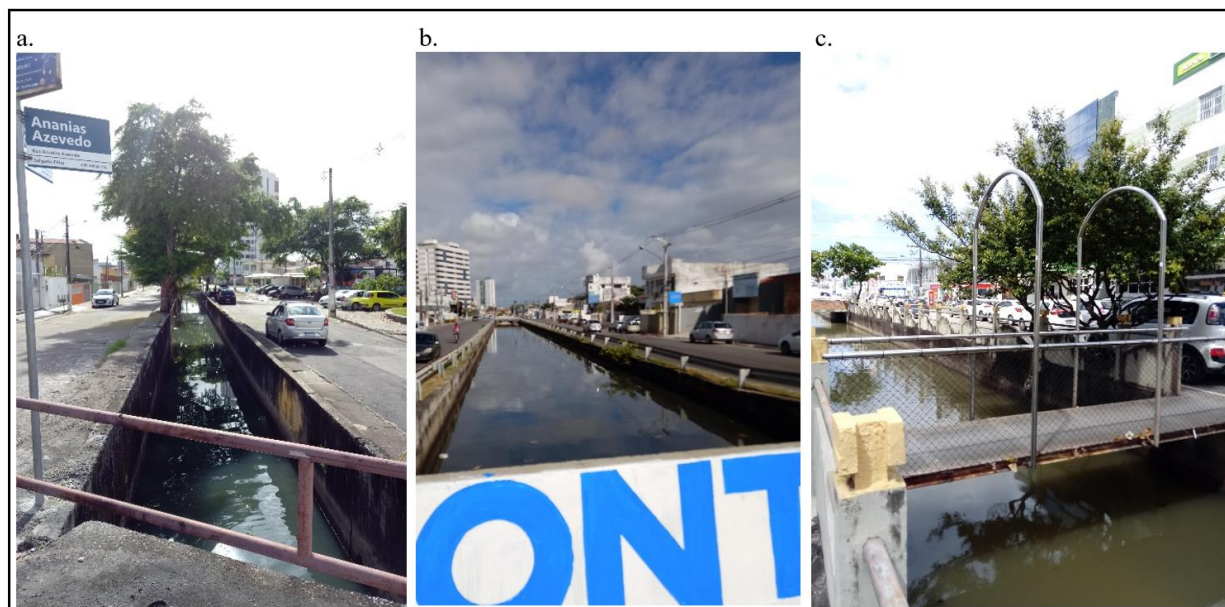
A pesquisa de campo foi realizada em locais amostrais, ao longo da região de estudo. O levantamento dos locais amostrais foi feito após um diagnóstico prévio da área de estudo. Portanto, para a escolha dos pontos, foram levados em consideração os seguintes fatores: locais em que o acesso ao canal fosse possível, de modo a não comprometer as amostras coletadas; aqueles que ofereceram condições mínimas de segurança para os pesquisadores; pontos de limites entre bairros que abarcam o canal de macrodrenagem em estudo, e o ponto de exultório, a jusante do canal. Foram definidos então seis pontos ao longo da sua extensão (Figuras 01, 02 e 03).

Figura 01 - Localização dos pontos amostrais da rede de drenagem.



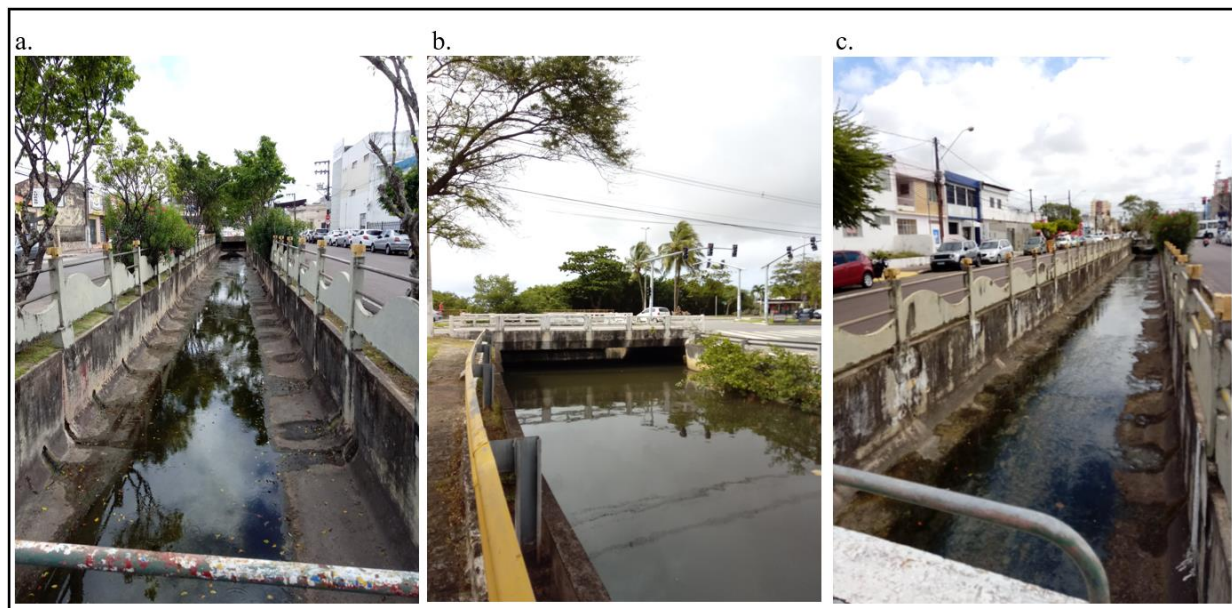
Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Figura 02 – a. Ponto de Coleta P01; b. Ponto de Coleta P02; c. Ponto de Coleta P03.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Figura 03 - a. Ponto de Coleta P04; b. Ponto de Coleta P06; c. Ponto de Coleta P05.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Segundo o Instituto Trata Brasil (2021), Aracaju possui as seguintes taxas de atendimento de serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto por água consumida (Tabela 01).

Tabela 01 - Índices de atendimento de água e esgoto no Município de Aracaju.

ANO BASE	Atendimento total de água (%)	Atendimento total de esgoto (%)	Tratamento de esgoto (%)
2015	99,21	39,93	39,93
2016	99,29	48,48	48,48
2017	99,60	49,43	49,43
2018	99,78	52,45	52,45
2019	99,67	55,19	53,07

Fonte: TRATA BRASIL, 2021. (Adaptado por Joyce Helly da Anunciação Soares: reunião dos dados na tabela, 2021).

De acordo com a DESO, em 2022, especificamente o bairro Treze de Julho, onde desagua o canal em estudo, apresenta 100% cobertura de rede pública de coleta e transporte de esgoto para tratamento em ETE.

Araújo *et al.* (2010) comentam que a faixa litorânea do município apresenta três meses de clima mais seco, entre dezembro e fevereiro, com a melhor distribuição de precipitação durante o ano, distribuída entre os meses de abril a junho, estendendo menores valores de precipitações até o mês de agosto. Com base na climatologia apresentada, o procedimento amostral foi realizado em duas etapas, a primeira no período chuvoso (agosto de 2021) e a segunda período seco (novembro e dezembro de 2021), sendo que cada campanha foi feita em duas vezes, contabilizando ao total 20 campanhas para o macro dispositivo de drenagem.

Materiais e Métodos

A pesquisa de campo com cerne explicativo para verificação de hipótese foi conduzida por meio de observação direta intensiva. Já para realização da pesquisa experimental, foram coletadas amostras das águas do dispositivo de drenagem. Para a coleta foram utilizados dados de ordem primária, provenientes da pesquisa de campo, e dados secundários, a partir de análises bibliográficas e documentais relacionadas ao tema objeto de estudo.

Os instrumentos de coleta consistiram em um balde sustentado por uma corda. Do balde, as amostras foram imediatamente transferidas para os devidos recipientes de coleta, para análise microbiológica e, para análise físico-química, através de um recipiente de apoio e de um funil. Após preenchimento dos frascos, por cada ponto, foi feita a etiquetagem com anotação de horário de coleta. O acondicionamento dos recipientes com as amostras foi feito em caixas térmicas. Os

recipientes com amostras para análise físico-química, foram acondicionados em refrigeração a 5° C, e os recipientes com as amostras para análise microbiológica a 10° C.

As amostras coletadas foram encaminhadas para análise no laboratório do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) e no Laboratório de Saneamento (LABSAN) do Instituto Federal de Sergipe conforme métodos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW)*.

Os parâmetros para a análise das águas da drenagem foram selecionados conforme as resoluções CONAMA, aqueles mais evidenciados em estudos, e conforme disponibilidade de análises dos laboratórios, sendo eles: Turbidez, pH, Condutividade Elétrica, Salinidade, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e Sólidos Suspensos (SS).

Estatística descritiva

Inicialmente, foi necessário rodar o teste de normalidade de *Shapiro Wilk*, uma vez que o número de amostras foi inferior a 50, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), para identificar se possuíam comportamento normal (hipótese nula) para todos os parâmetros analisados.

Posteriormente, as amostras foram submetidas ao teste não paramétrico H de *Kruskal-Wallis* (HKW), também com nível de significância de 5% tendo como hipótese nula a não variância entre as medianas estudadas, analisando a significância dos fatores: sazonalidade (período seco e período chuvoso) e localização dos pontos de coleta (P01, P02, P03, P04 e P06).

Os testes de normalidade e não paramétricos, e todos os *Box Plots* apresentados em seguida foram feitos utilizando o software *Statistica* (versão 10.0). É importante salientar que, devido ao comportamento não normal dos parâmetros, todos os *Box Plots* e comparações estatísticas foram elaborados a partir dos valores das medianas dos parâmetros analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teste de significância para o fator: Localização do ponto de coleta

Dos 9 parâmetros analisados estatisticamente, 6 apresentaram comportamento não-normal, sendo eles: Óleos e graxas, Condutividade Elétrica, Salinidade, Sólidos Dissolvidos, Sólidos

Suspensos e Sólidos Totais. Por isso, foi necessário aplicar o teste não paramétrico HKW para análise da significância da sazonalidade e da localização dos pontos.

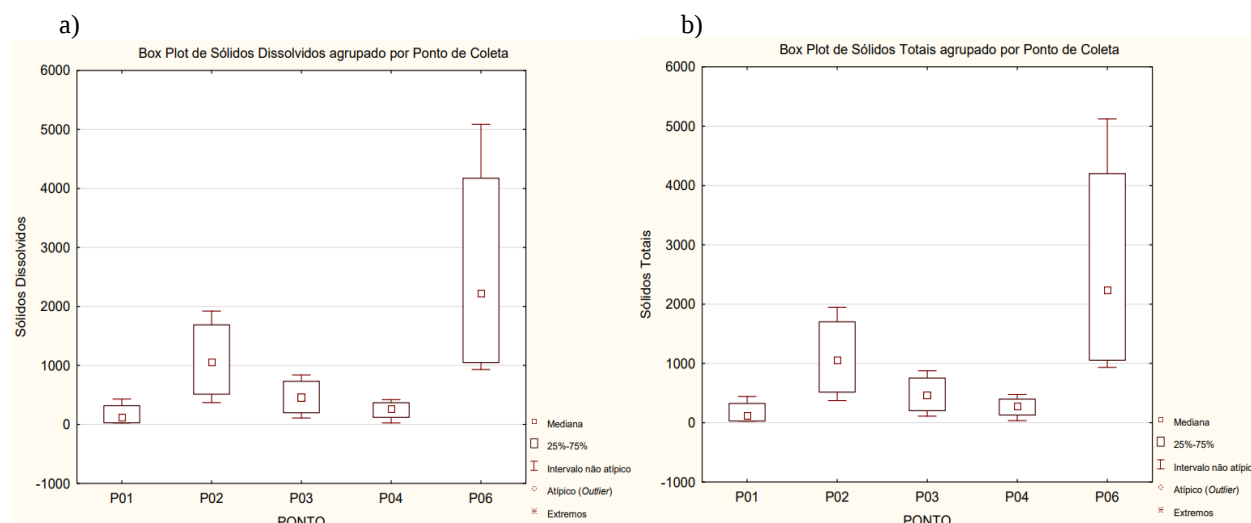
Para o teste de significância por localização do ponto de coleta, os sólidos dissolvidos e sólidos totais apresentaram diferença significativa entre os pontos P01 (Ponto de início do canal a Oeste – Início do bairro Salgado Filho) e P06 (Ponto de deságue do canal – Exultório no bairro Treze de Julho) (Tabela 02). Os *Box Plots* de distribuição evidenciam as diferenças significativas obtidas nos testes (Figura 04).

Tabela 02 – Múltipla comparação dos valores de p para STD e ST tendo como variável independente o ponto de coleta.

Dependente	P01	P06	-
Sólidos Dissolvidos		0,028074	P01
	0,028074		P06
Sólidos Totais		0,018862	P01
	0,018862		P06

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Figura 04 - *Box Plots* da variação de valores e das medianas por Ponto de Coleta para: a) Sólidos Dissolvidos Totais; e b) Sólidos Totais.

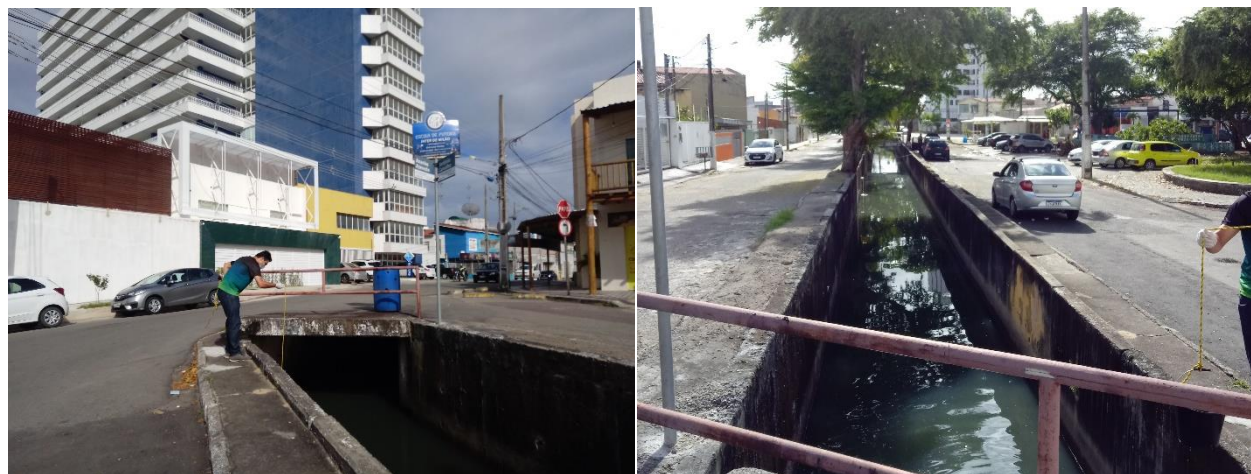


Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

A diferença de valores do parâmetro mencionado entre os pontos P01 e P06 se dá devido às características paisagísticas das proximidades de cada ponto. P01 (figura 05) configura um dos inícios do canal de macrodrenagem, ao lado Oeste, apresentando um dos menores fluxos de água dentre os pontos analisados e entorno totalmente urbanizado, com impermeabilização do solo e presença de residências e edifícios comerciais. Já o ponto P06 (Figura 06) sofre maior influência

da maré, sendo ponto de entrada e saída das águas do canal e confluência com o rio Sergipe, onde há uma grande dinâmica de processos sedimentológicos, devido à própria vegetação de mangue presente no seu entorno e às obras de aterro que estão em andamento no local desde o ano de 2013.

Figura 05 - Proximidades do ponto P01.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Figura 06 – Proximidades do ponto P06.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Segundo Barboza da Luz e Teixeira (2019), o manguezal é um ecossistema situado entre faixas de marés, sendo ambiente propício ao acúmulo de depósitos sedimentares constituídos por lamas e lodos argilosos ou arenosos. Costa *et al.* (2021) obteve conclusões similares ao evidenciar que as altas descargas sólidas, estariam contribuindo para atividades erosivas no córrego em estudo,

sendo gerados pela movimentação de terra para obras de infraestrutura urbana com a confecção de escavações e aterros.

Os dados da (Tabela 03) indicam que para o ponto P01 os STD alcançaram valor mínimo 24,95 mg/L (estação seca) e máximo de 430,1 mg/L (estação chuvosa). Já o ponto P06 apresentou mínimo de 931,25 mg/L (estação seca) e máximo de 5086 mg/L (estação chuvosa). Marinho *et al.* (2020) evidenciou valores mínimos e máximos de sólidos dissolvidos na sua pesquisa de 127 mg/L e 193 mg/L em pontos mais afastado do exultório, contudo caracterizados pelo despejo de resíduo sólido e esgoto sanitário.

Tabela 03 – Valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão para STD e ST para os pontos P01 e P06.

Parâmetro	Ponto	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Sólidos Dissolvidos	P01	4	1099,73	1053,05	370,80	1922,00	714,18
	P06	4	464,69	455,45	108,35	839,50	327,91
Sólidos Totais	P01	4	243,20	262,75	26,00	421,30	168,14
	P06	4	2611,63	2214,63	931,25	5086,00	1953,73

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Nos estudos de Marinho *et al.* (2020) constatou-se que os STD estavam associados também ao despejo de resíduos sólidos e esgotos sanitários domésticos e industriais nas águas do canal em estudo. Os STD também podem estar relacionados ao acúmulo de materiais particulados, em decorrência dos contaminantes carregados ou lançados próximos ao ponto de coleta, que são importados durante as marés (ROMÃO *et al.*, 2019).

Deve-se pontuar o fato de que o acúmulo de sólidos, dissolvidos e/ou suspensos, nas águas do canal de macrodrenagem em estudo, torna-se um agravante, considerando seu potencial poluidor quando ocorrem as recorrentes inundações e transbordo desse efluente para as vias públicas. Oliveira *et al.* (2019) revela que a ocorrência dos alagamentos faz também com que ocorram a mistura e contaminação dos mananciais próximos, sendo este cenário de degradação identificado na região da Praia Formosa (bairro Treze de Julho), apresentando uma praia com condições impróprias para banho devido a poluição.

Outro parâmetro que apresentou diferença significativa entre localização dos pontos de coleta foi a condutividade elétrica. Houve diferença de CE entre os pontos P01 e P06 (Ponto situado

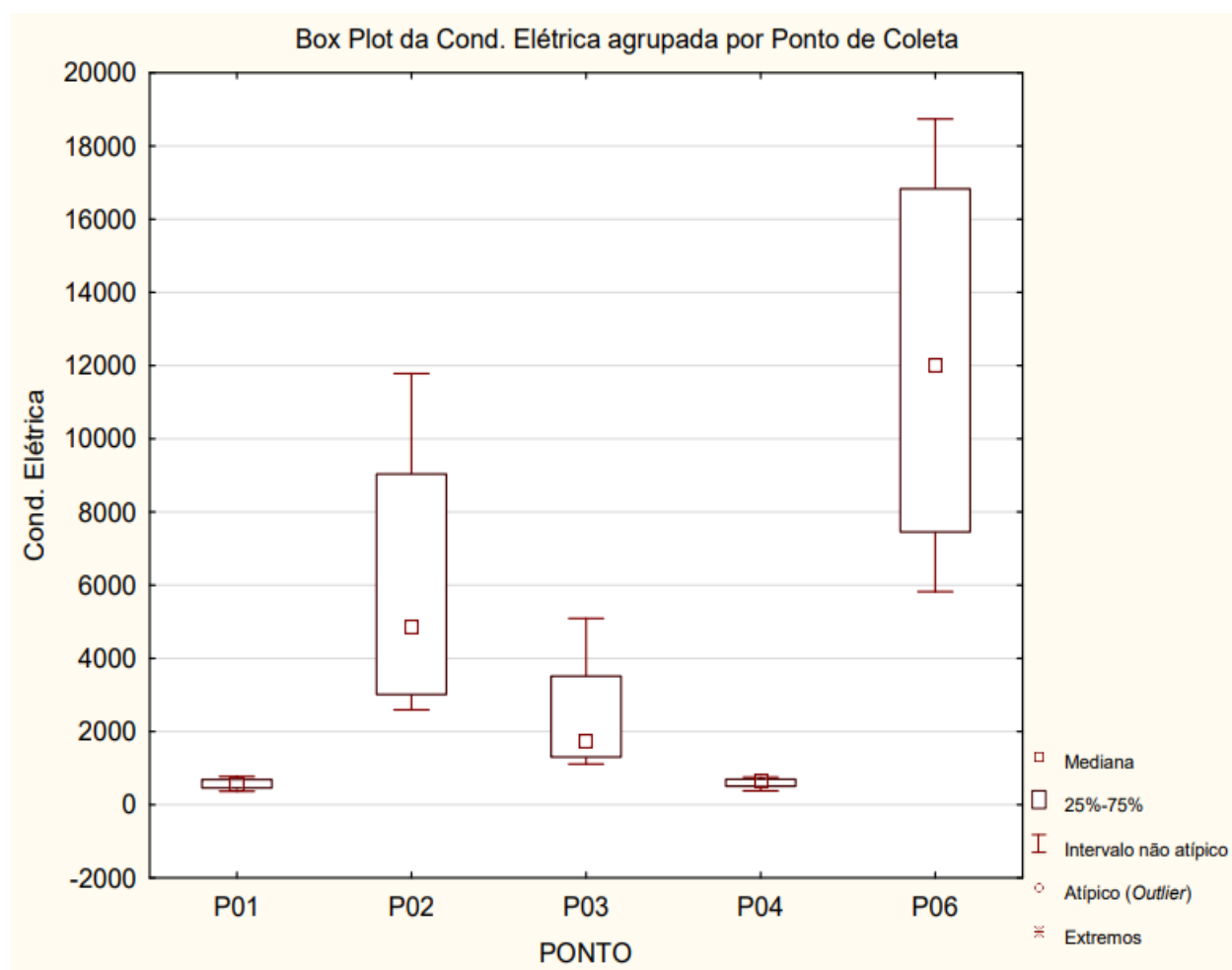
ao final do bairro Centro e início do bairro São José), e P04 e P06, conforme observa-se na (Tabela 04) e no *Box Plot* da (Figura 07).

Tabela 04 – Múltipla comparação dos valores de p para CE tendo como variável independente o ponto de coleta.

Dependente	P01	P04	P06	-
Cond. Elétrica			0,010130	P01
			0,023050	P04
	0,010130	0,023050		P06

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Figura 07 - Box Plots da variação de valores e das medianas por Ponto de Coleta para Condutividade Elétrica.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Observa-se, através dos resultados (Tabela 05), que os valores mínimos e máximos de CE para os pontos P01 e P04 possuem faixas e variações bastante próximos e similares, o que explica

a razão pela qual os dois pontos, individualmente, apresentam diferença significativa em relação ao P06, sendo que aqueles são os pontos situados mais ao início do canal de macrodrenagem, P01 a Oeste e P04 a Leste. Observa-se na Tabela 05 que os valores mínimos atingidos para P01 e P04 foram, respectivamente, 367,1 $\mu\text{S/cm}$ e 378,6 $\mu\text{S/cm}$ e máximos de 768 $\mu\text{S/cm}$ e 752,3 $\mu\text{S/cm}$ (estação chuvosa). Já para o P06, o valor mínimo foi alcançado na estação chuvosa, com 5.823 $\mu\text{S/cm}$, e o máximo na estação seca, alcançando 18.740 $\mu\text{S/cm}$.

Tabela 05 – Valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão para CE para os pontos P01, P04 e P06.

Parâmetro	Ponto	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Cond. Elétrica ($\mu\text{S/cm}$)	P01	4	4	573,28	579,00	367,10	768,00
	P04	4	4	6024,00	4861,50	2593,00	11780,00
	P06	4	4	2407,33	1715,05	1109,20	5090,00

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Romão *et al.* (2019) apresentam em seus estudos valores elevados, encontrados para CE nas suas coletas. Devido a variação em função da maré, segundo os pesquisadores, registrou-se valor mínimo de 12.814,07 $\mu\text{S/cm}$ e valor máximo de 58.672,35 $\mu\text{S/cm}$. Os autores comentam que o aumento da CE, em função da maré, associa-se ao aumento da salinidade no ponto com os resultados expostos, o que vem associado ao aumento da quantidade de água salgada, assim como também com a maior concentração de materiais particulados e íons em solução.

Marinho *et al.* (2020) expõe que a Condutividade Elétrica apresenta valores mais elevados em pontos onde o perímetro é influenciado por poucas chuvas, o que resulta em maior concentração de íons na água, aumentando assim os valores de CE. Em seus resultados obtiveram como valores mais elevados 392 $\mu\text{S/cm}$ e 405 $\mu\text{S/cm}$, atestando também, segundo algumas literaturas, como possível presença de contaminantes na água devido a elevação dos íons.

Piratoba *et al.* (2017) encontraram teores de condutividade maiores, especialmente em pontos mais próximos ao polo industrial e com maior influência dos efluentes lançados por essas indústrias, indicando que o uso do solo pode refletir na condutividade elétrica. Os pesquisadores comentam ainda que de acordo com diversas literaturas, ambientes poluídos por esgotos podem apresentar valores na faixa de 1000 $\mu\text{S/cm}$.

Autores como Costa *et al.* (2021), Marinho *et al.* (2020) e Piratoba *et al.* (2017) comentam que os Sólidos Totais Dissolvidos estão diretamente relacionados à Condutividade Elétrica, pois ambos se relacionam com a dispersão de substâncias dissolvidas na água, o que corrobora com as diferenças significativas evidenciadas entre os Pontos P01 e P06 para os dois parâmetros. Porém, os autores enfatizam que os STD incluem os componentes coloidais orgânicos e inorgânicos não iônicos, já a CE tem relação com a natureza iônica dos sais presentes nessa dispersão.

Para todos os outros parâmetros, não houve diferença significativa para o fator localização do ponto de coleta, apresentando valores de $p > 0,05$.

Teste de significância para o fator: Sazonalidade

Para o teste de significância por sazonalidade, 6 dos 9 parâmetros apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre estação seca e estação chuvosa (Tabela 06), sendo eles: Turbidez, pH, Salinidade, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Suspensos e Sólidos Totais.

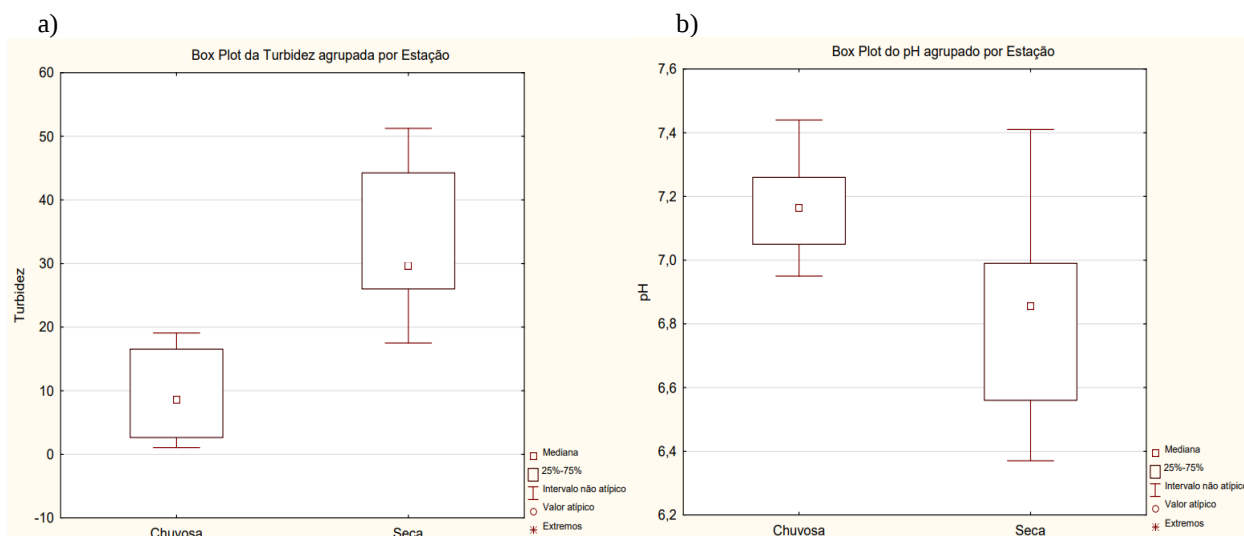
Tabela 06 - Múltipla comparação dos valores de p para pH, Turbidez, Salinidade, STD, SST e ST tendo como variável independente a Sazonalidade.

Dependente	Seca	Chuvosa	-
pH		0,004586	Seca
	0,004586		Chuvosa
Turbidez		0,000285	Seca
	0,000285		Chuvosa
Salinidade		0,000157	Seca
	0,000157		Chuvosa
Sólidos Dissolvidos		0,041250	Seca
	0,041250		Chuvosa
Sólidos Suspensos		0,007285	Seca
	0,007285		Chuvosa
Sólidos Totais		0,041250	Seca
	0,041250		Chuvosa

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

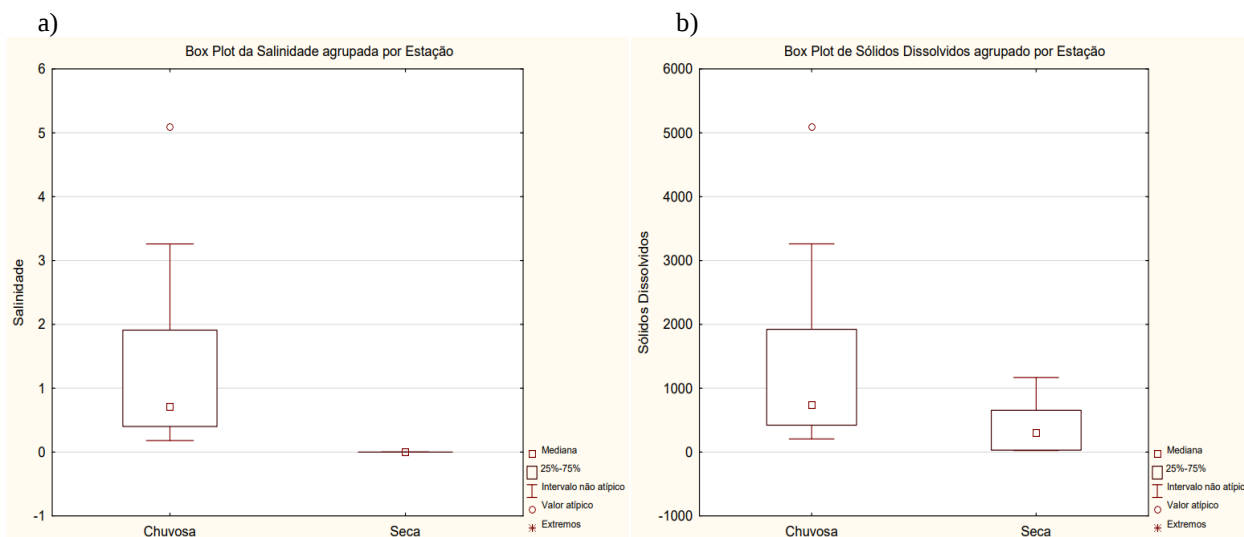
Os *Box Plots* nas (Figuras 08, 09 e 10) demonstram os valores de variação e de medianas individuais para os parâmetros que apresentaram significativa para a estação seca e chuvosa.

Figura 08 - Box Plots da variação de valores e das medianas por Estação para: a) Turbidez; e b) pH.



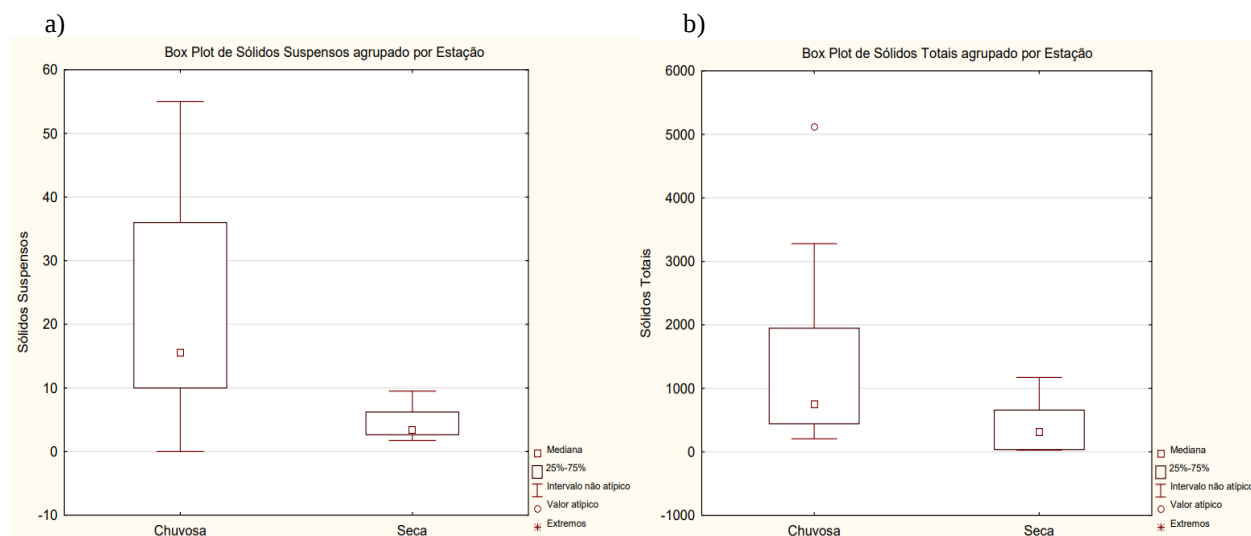
Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Figura 09 - Box Plots da variação de valores e das medianas por Estação para: a) Salinidade; e b) STD.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Figura 10 - Box Plots da variação de valores e das medianas por Estação para: a) SST; e b) ST.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

A partir das análises conduzidas foram encontradas as seguintes concentrações máximas e mínimas de turbidez discriminadas na (Tabela 07): 1,05NTU e 19,08NTU (estação chuvosa), e 17,50NTU e 51,25NTU (estação seca), o que sugere que a menor quantidade de vazão de água no canal de macrodrenagem, associada aos sólidos já presentes nesse dispositivo, acarreta valores mais altos durante a estação seca.

Não obstante, Costa *et al.* (2021) encontraram em suas pesquisas, números mais elevados de turbidez no período de cheias, chegando a 3.000 NTU, comparado a um valor máximo de 131NTU em período de estiagem, constatando que nessa estação as águas sempre se apresentam visivelmente mais transparentes, ou seja, menos túrbidas. Os autores associam de tal fato com a possível erosão das margens do córrego, provocadas pelas vazões das intensas precipitações, que carregam poluentes acumulados no solo. Como quatro dos cinco pontos em estudo, no presente trabalho, encontram-se em área totalmente urbanizada, há uma menor influência da erosão e carregamento de particulados do solo.

Em relação ao pH Costa *et al.* (2021) explicam que as variações de seus valores podem ocorrer pela contribuição de águas pluviais, pela precipitação das partículas do ar, por carregamento de matéria orgânica no escoamento do solo e pela poluição causada pelos lançamentos de esgotos. Em seus estudos, os autores constataram o comportamento do pH de forma diferente de acordo com a estação climática. Para a época de estiagem, os valores de pH foram maiores, com

concentrações superiores a 8 e, para a época de chuva, os valores foram menores, chegando à concentração de 6,48.

Tabela 07 - Valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão para Turbidez, pH, Salinidade, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Suspensos e Sólidos Totais para cada estação.

Parâmetro	Estação	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Turbidez (NTU)	Chuvosa	10	9,47	8,62	1,05	19,08	6,44
	Seca	10	32,31	29,67	17,50	51,25	11,71
pH	Chuvosa	10	7,17	7,17	6,95	7,44	0,15
	Seca	10	6,80	6,86	6,37	7,41	0,32
Salinidade (g/kg)	Chuvosa	10	1,43	0,71	0,18	5,09	1,61
	Seca	10	35,92E-10	19,1E-10	2,60E-10	11,5E-9	4,13E-9
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	Chuvosa	10	1445,07	730,35	205,60	5086,00	1597,29
	Seca	10	391,68	301,60	24,95	1168,25	402,69
Sólidos Suspensos (mg/L)	Chuvosa	10	21,00	15,50	0,00	55,00	17,19
	Seca	10	4,32	3,43	1,75	9,50	2,46
Sólidos Totais (mg/L)	Chuvosa	10	1466,07	753,85	205,60	5122,00	1601,60
	Seca	10	396,00	307,95	26,70	1173,15	402,58

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Já nos estudos de Piratoba *et al.* (2017), os pesquisadores comprovaram valores médios do pH entre 7,01 a 7,18 para o período seco e entre 7,22 a 7,39 para o período chuvoso, atestando que para o período seco os valores de pH foram mais baixos. Assim como no estudo citado, nossas análises evidenciaram valores de pH mais ácidos para a estação seca, com concentração mínima de 6,37 e concentrações mais básicas na estação chuvosa, com valor máximo de 7,44. Ainda segundo o autor supracitado, o aumento das chuvas pode provocar um aumento no pH, pois aumenta a diluição dos compostos presentes na água devido à maior quantidade de escoamento.

A salinidade apresentou concentrações muito baixas de modo geral, atingindo os valores mínimos na estação seca, medindo entre 35,92E-10g/kg e 11,5E-9g/kg. Já na época chuvosa, variou entre 0,18g/kg e 5,09g/kg, o que sugere que, mesmo com a presença de sólidos dissolvidos e em suspensão nas águas do canal de macrodrenagem, esses particulados não possuem característica iônica, o que corrobora ao fato de que a Condutividade Elétrica não obteve destaque nem diferença significativa para o fator sazonalidade. Piratoba *et al.* (2017) afirmam que CE e salinidade se relacionam diretamente, sendo que aquela é utilizada em laboratório como medida de salinidade

da água. Observando que o valor máximo de 5,09g/kg apresentou comportamento de valor atípico (*outlier*) neste estudo, sendo que a mediana de valores foi de 0,71g/kg.

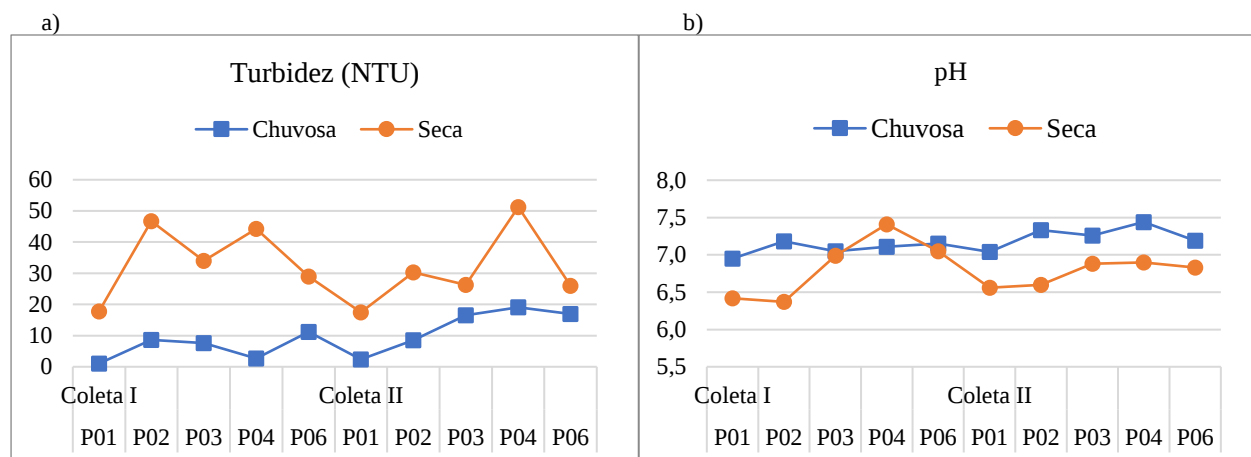
Para SDT, as concentrações mínima e máxima, no período chuvoso, foram de 205,60 mg/L e 5.086,00 mg/L e no período seco de 24,95 mg/L e 1.168,25mg/L. Para SS averiguou-se valores mínimo e máximo de 0 e 55,00mg/L na estação chuvosa e 1,75mg/L e 9,50mg/L na estação seca. Já os ST resultaram em valor mínimo de 205,60mg/L e máximo 5.122,00mg/L para a época de maior pluviosidade e mínimo de 26,70mg/L e máximo de 1.173,15mg/L para a época seca. Seguindo o padrão dos parâmetros anteriores, os sólidos apresentam maiores concentrações no período chuvoso, o que indica um maior carregamento de particulados por meio de escoamento superficial.

Aguilar e Coutinho de Paulo (2020) explicam que as precipitações influenciam nas concentrações de sólidos em suspensão, devido ao arraste de partículas, sendo que a turbidez também se conecta a tal fato, pois é considerada uma medida indireta de SS.

Piratoba *et al.* (2017) evidenciam situação oposta, onde os valores de STD mostram-se mais elevados na estação menos chuvosa, deduzindo que o despejo de efluentes é o fator principal de poluição da área estudada. Já Costa *et al.* (2021) constatou situação semelhante à deste estudo, onde obteve maiores valores de concentrações de STD, SS e ST em estação de cheias, e menores valores em estação de estiagem, onde a média das concentrações nos eventos de cheia foi de 2.380,67mg/L, 1.643,28mg/L e 913,78mg/L, para ST, SS e SD, respectivamente.

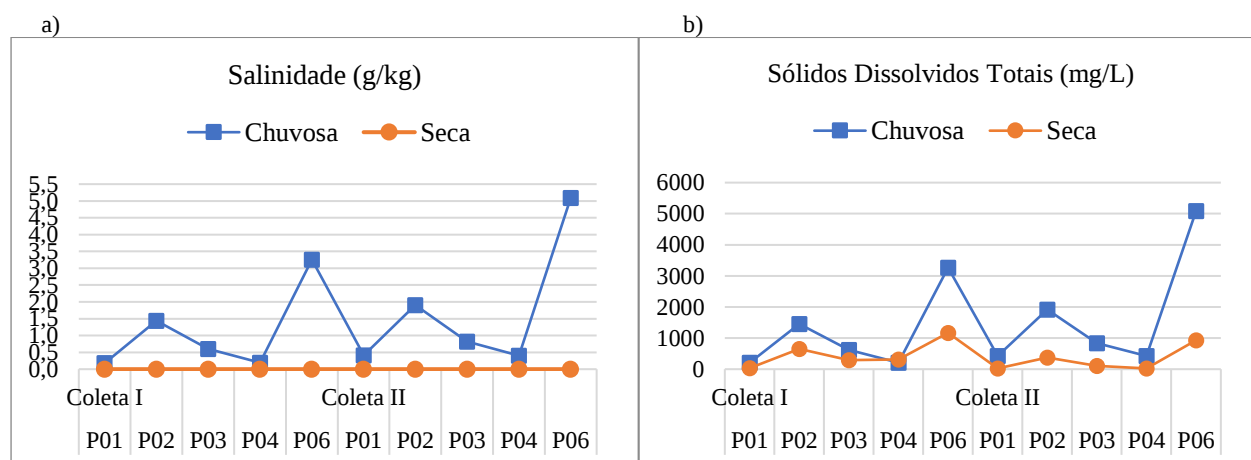
Para a maior parte dos parâmetros (5 de 6) em que houve diferença significativa quanto à sazonalidade os valores mais elevados foram aferidos na estação chuvosa (Figuras 11, 12 e 13), o que é um indício típico de poluição difusa, ou seja, a partir do escoamento superficial pela precipitação e consequente carregamento de poluentes, principalmente em se falando de ambiente circundado de solo tipicamente urbanizado.

Figura 11 – Comparação da variação dos valores para Estação Chuvosa e Seca para: a) Turbidez; e b) pH.



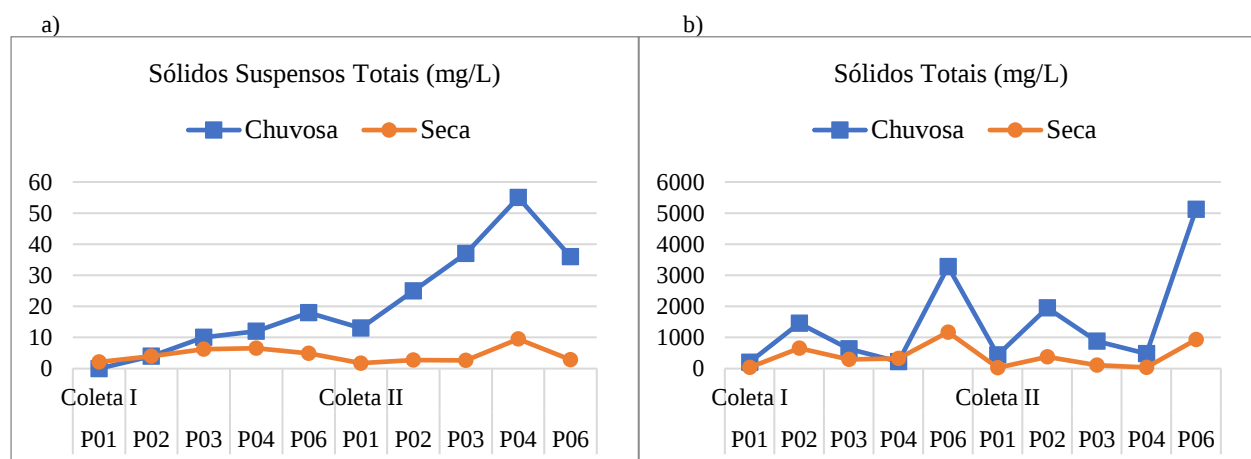
Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Figura 12 - Comparação da variação dos valores para Estação Chuvosa e Seca para: a) Salinidade; e b) SDT.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

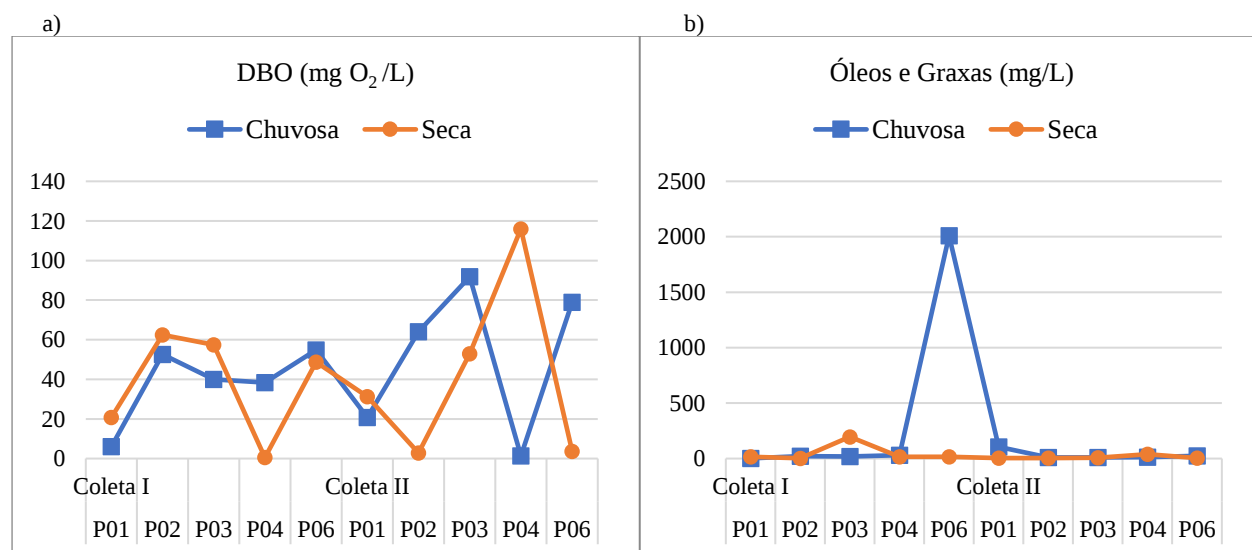
Figura 13 - Comparação da variação dos valores para Estação Chuvosa e Seca para: a) SS; e b) ST.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Importante salientar que os valores de DBO não apresentaram diferença significativa para nenhum dos fatores analisados, o que indica que não há uma maior contribuição de DBO, fora dos padrões de mediana e normalidade em nenhum ponto, nem nas diferentes épocas de pluviosidade (Figura 14), enfraquecendo a ideia de que o principal fator de influência na qualidade das águas de drenagem, seria o lançamento de esgotos advindos das residências ou comércios das proximidades.

Figura 14 - Comparação da variação dos valores para Estação Chuvosa e Seca para: a) DBO; e b) Óleos e Graxas.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Já as concentrações de Óleos e Graxas apresentam comportamento semelhante ao da DBO, porém com o acontecimento de um valor atípico (*outlier*) de 2009mg/L na estação chuvosa, que pode ter ocorrido devido ao escoamento de poluentes e da própria circulação de carros e pedestres no entorno do ponto onde foi evidenciado tal valor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros de SDT, ST e CE foram os únicos a apresentar diferença significativa para o fator localização do ponto de coleta, sendo que esta diferença foi evidenciada entre os pontos P01 e P06, e P04 e P06, que são os pontos a montante (oeste e leste) e a jusante do canal, o que sugere a influência da caracterização do uso do solo no entorno dos pontos observados e da dinâmica de marés, presente no ponto P06.

Em relação à Sazonalidade, 6 dos 9 parâmetros analisados apresentaram diferença significativa entre estações, sendo eles: pH, Turbidez, Salinidade, SDT, SS e ST. Sendo que 5 deles exibiram valores máximos na estação chuvosa, sendo indício típico de poluição difusa

Os valores de DBO, indicador característico da presença de matéria orgânica, associada ao lançamento de esgotos domésticos, não apresentaram diferença significativa em nenhum dos fatores analisados.

Apresentados os fatos, conclui-se que, apesar de haver a presença de matéria orgânica, característica de lançamento de esgotos, o principal fator de influência na qualidade da água da rede de drenagem em estudo é o carreamento de poluentes, a partir do escoamento superficial em períodos de maior precipitação, sendo que a composição dos parâmetros segue uma lógica, associada ao uso do solo nos pontos observados, que se mostram majoritariamente urbanizados.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, D.C.B.; COUTINHO DE PAULA, E. Avaliação da sazonalidade na qualidade da água do rio Paraopeba. **III Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. 2020. Belo Horizonte, Minas Gerais

AHMED, W.; PAYYAPPAT, S.; CASSIDY, M.; BESLEY, C.; POWER, K. Novel crAssphage marker genes ascertain sewage pollution in a recreational lake receiving urban stormwater runoff. **Water Research**, v. 145, 2018, p. 769-778, ISSN 0043-1354, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.08.049>.

ARAÚJO, H. M.; SOUZA, A. C.; BEZERRA, G. S.; VILAR, J. W. C.; SANTOS, N. D. O CLIMA DE ARACAJU NA INTERFACE COM A GEOMORFOLOGIA DE ENCOSTAS. **VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física - II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física**. Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

BARBOSA DA LUZ, G. C.; TEIXEIRA, S. F. Importância do manguezal e das barreiras físicas na contenção de resíduos sólidos nas margens de um estuário urbano. **Revista Ciência Geográfica**, Bauru. 2019. Ano XXIII - Vol. XXIII - (2).

BARBOSA, A. G.; SANTOS, K. M. S.; MICHELAN, D. C. G. S. Avaliação da Sazonalidade da Qualidade da Água do Açude da Macela em Itabaiana/SE. **Scientia cum industria**, 2019. v. 7, n. 3, pp. 24 — 31. <http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v7iss3p24>.

CABRAL JÚNIOR, J. B.; LUCENA, R. L. Análises das precipitações pelos testes não paramétricos de *Mann-Kendall* e *Kruskal-Wallis*. **Revista Mercator**, Fortaleza, v.19 , e19001, 2020. ISSN:1984-2201 <https://doi.org/10.4215/rm2020.e19001>

COSTA, M. E. L.; CARVALHO, D. J.; GARNIER, J.; KOIDE, S. Qualidade das águas urbanas no córrego Vicente Pires – Distrito Federal. **Revista Gesta**, 2021. v. 9, n. 1, p. 47- 68, ISSN: 2317-563X47.

DAVIS, M. L.; MASTEN, S. J. **Princípios De Engenharia Ambiental**. Editora Mcgraw-hill, 2016. 872 ps. ISBN 8580555906, 9788580555905.

LIMA, R. N. S.; RIBEIRO, C. B. M.; BARBOSA, C. C. F.; ROTUNNO FILHO, O. C. Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. **Eng Sanit Ambient**. 2016. v.21, n.1, pp. 139-150.

MALTA, J. A. O. **Fitogeografia urbana e condicionantes socioambientais em Aracaju-SE (1978-2018)**. Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2018.

MARINHO, E. R.; MOREIRA, F.S.A.; BRITO, W.J.P.; MOREIRA, F.L.B.B.; SILVA, E.R.M.; SANTOS, L.F. Avaliação da Ação Urbana no Canal Água Cristal em Belém, Pará, um Estudo Sobre Qualidade da Água. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 2020. v.13, n.01, pp. 322-335, ISSN:1984-2295.

METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento De Efluentes E Recuperação De Recursos**. 5ª edição. Tradução: Ivanildo Hespanhol, Jose Carlos Mierzwa. Bookman. 2017.

MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro** [online]. 2017, v. 16, n. 2, pp. 88-91. <<https://doi.org/10.1590/1677-5449.041117>>. ISSN 1677-7301.

OLIVEIRA, J. D.; SILVA FILHO, A. C.; SILVA, J. B. A Água e suas Correlações com Doenças na Cidade de Campina Grande-PB. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 2017. ISSN: 1980-1726.

OLIVEIRA, K. S.; BEZERRA DA SILVA, M. L.; NASCIMENTO, P. S. R. Mapeamento Temático de Áreas Vulneráveis a Riscos de Inundações na Cidade de Aracaju-SE. **XII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe**. 2019.

PANASIUK, O.; HEDSTRÖM, A.; MARSALEK, J.; ASHLEY, R. M.; VIKLANDER, M. Contamination of stormwater by wastewater: A review of detection methods. **Journal of Environmental Management**, v. 152, 2015, p. 241-250, ISSN 0301-4797, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.050>.

PEREIRA, M. A. F.; KOBAYAMA, M. Análise de variâncias pluviométricas na região da bacia hidrográfica do Cubatão do Sul (SC). **Ambiência Guarapuava** (PR), v.9, n.1, pp. 95 – 111. 2013.

PIRATOBA, A. R. A. [et. al...]. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água** [online]. 2017, v. 12, n. 3, pp. 435-456. ISSN 1980-993X.

ROBERTS, M.; RUSSO, R. **A Student's Guide to Analysis of Variance**. Taylor & Francis, 1ª ed., Londres. 2014.

ROMÃO, A. L. E.; PAVANI FILHO, A.; ABREU, F. O. M. S.; OLIVEIRA DE SOUSA, E. A. Avaliação da influência da maré sobre os parâmetros físicoquímicos da água do rio cocó na região da Sabiaguaba (Fortaleza-CE). **XVI Congresso Nacional do Meio Ambiente Justiça social e**

sustentabilidade medianizado pela economia verde, Poços de Caldas - MG. 2019. v. 11, n.1. ISSN: 2317-9686.

RUTHERFORD, A. **ANOVA and ANCOVA: A GLM Approach**. John Wiley & Sons, 2^a ed., Staffordshire: UK. 2011.

SAPKOTA, A. R. Water reuse, food production and public health: Adopting transdisciplinary, systems-based approaches to achieve water and food security in a changing climate. **Environmental Research**, v. 171, 2019, p. 576-580, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.003>.

SILVA, D. A. da. **Nos(dos) meandros ambientais: a natureza das águas urbanas em Aracaju**. 2016. 193 f. Tese de Doutorado - UFS, São Cristóvão, 2016.

TIBOLA, F. L.; CASTRO, C. M. **Avaliação da qualidade da água do rio Uberaba - MG: Um estudo da influência da sazonalidade**. In: III Encontro de Desenvolvimento de Processos Agroindustriais, Uniube – UFTM – IFTM. Uberaba. 2019.

TORMAM, M. F.; BORK, C. K.; GUEDES, H. A. S.; MANZKE, J.; FERRÃO, A. L. Variabilidade sazonal da qualidade da água na Lagoa Mirim, RS, BRASIL. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**. Pelotas, RS, v.4, n.2, p.54-59, 2017.

VIANA, W. A.; SILVA, W. C. Os Impactos Ambientais Decorrentes da Especulação Imobiliária na Cidade de Aracaju: Um Olhar Sobre a Legislação Ambiental Vigente. **Interfaces Científicas – Direito**, v.5, n.1, p. 49-60, 2016. DOI: 10.17564/2316-381X.

VIANINI, K. N.; IBRAHIM, E. R. B. Análise preliminar das cargas difusas e pontuais do córrego Sarandi através do georreferenciamento e análise físico-química da água. 2017. **Congresso ABES FENASAN**.

VON SPERLING, M. **Biological Wastewater Treatment: Volume 1 - Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal**. IWA Publishing. London, 2007.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 472 p.

VON SPERLING, M. **Urban wastewater treatment in Brasil**. Inter-American Development Bank Technical Note 970. Inter-American Development Bank, 2016.

Artigo IV

**Efeitos das inundações no bairro Treze de julho:
contextualização histórica e análise dos pontos
críticos e impactos associados**

Efeitos das inundações no bairro Treze de julho: contextualização histórica e análise dos pontos críticos e impactos associados

RESUMO

A água afeta de modo direto a saúde de diferentes populações em diversas escalas geográficas. Muitos dos grandes problemas de saúde que a humanidade enfrenta estão ligados à qualidade da água. A deficiência nas redes de saneamento, atreladas às dinâmicas ambientais de dada região, quando não combinados de modo harmônico, contribuem para a produção de impactos ambientais, gerando degradação ao meio urbano e riscos à saúde pública. Devido à sua infraestrutura geográfica original o bairro Treze de julho vivencia episódios de inundações, com um solo com baixa taxa de infiltração aliado à influência da maré. Nesse sentido, este artigo objetiva identificar os pontos críticos de inundação no bairro Treze de julho e os riscos e impactos associados. A partir de dados primários, foram identificados os pontos mais críticos de inundação a partir do georreferenciamento em mapa. Os principais impactos e riscos evidenciados nos pontos analisados se referem a: mobilidade urbana; saúde humana; e impactos econômicos. Revela-se que devem ser considerados e aprofundados os estudos sobre os impactos identificados, para um possível planejamento mais eficiente, tanto no que diz respeito ao crescimento de zonas urbanas, à gestão de águas em áreas costeiras sujeitas a influências hídricas e quanto às ações em respostas a tais situações.

Palavras-chave: Eventos Hidrometeorológicos; Impactos Ambientais; Zona Costeira.

ABSTRACT

Water directly affects the health of different populations at different geographical scales. Many of the major health problems facing humanity are linked to water quality. The deficiency of sanitation networks linked to the environmental dynamics of a given region, when not combined in a harmonious way, contribute to the production of environmental impacts, generating degradation to the urban environment and risks to public health. Due to its original geographic infrastructure, the Treze de Julho District experiences episodes of flooding, with a soil with low infiltration rate combined with the tidal influence. In this sense, this paper aims to identify the critical flood points in the Treze de julho District and the associated risks and impacts. From primary data the most critical points of flooding were identified by using a georeferenced map. The main impacts and risks evidenced at the points analyzed refer to: urban mobility; human health; and economic impacts. It is shown that studies addressing the identification of impacts should be considered and deepened for a possible more efficient planning regarding both the growth of urban areas, the management of waters in coastal areas subject to hydric influences, and the actions in response to such situations.

Keywords: Coastal Zone; Environmental Impacts; Hydrometeorological Events.

INTRODUÇÃO

A água, como elemento primordial à vida na Terra, afeta de modo direto a saúde de diferentes populações em diferentes escalas geográficas. Muitos dos grandes problemas de saúde que a humanidade enfrenta estão ligados à qualidade da água. A Organização Mundial de Saúde (OMS) expõe que isso se deve, em sua maioria, a políticas e práticas de saneamento precárias. (WHO, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

O lançamento de águas residuárias *in natura* de modo indevido e afluindo aos corpos d'água é uma dessas ações que interfere drasticamente nos parâmetros de qualidade das águas urbanas e do ambiente se inserem, alterando sua composição e consequentemente afetando a qualidade da saúde pública, principalmente devido à sua capacidade de transmissão de patologias (LIMA, 2017; KRIESER *et al.*, 2016).

A contaminação de recursos hídricos por esgotos é uma grande ameaça para a saúde humana. Assim, os sistemas de águas pluviais urbanas, ao indiretamente atuar como sistema condutor de esgoto, contendo altos níveis de bactérias indicadoras fecais são fortes contribuintes para a degradação da qualidade do meio urbano e aquático (SAUER, 2011).

Expostos os fatos, faz-se necessário avaliar os impactos gerados ao meio urbano pelo lançamento irregular de esgotos em redes pluviais associados a eventos hidrometeorológicos atípicos. Nesse sentido, este artigo objetiva identificar os pontos críticos de inundação no bairro Treze de julho e os riscos e impactos associados.

REFERENCIAL TEÓRICO

A degradação da qualidade ambiental, de acordo com o inciso II do artigo 3º da Lei 6938/1981, consiste na “alteração adversa das características do meio ambiente”. Por sua vez, o inciso III do mesmo artigo define poluição como “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente” afetam o meio ambiente e as atividades humanas (BRASIL, 1981).

O CONAMA, no artigo 1º da Resolução 01/1986 considera como impacto ambiental:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986, p.1).

Teixeira *et al.* (2020) trazem que a palavra impacto está ligada a externalidades, efeitos colaterais ou consequências de ações tomadas, sejam essas externalidades de cunho social, ambiental, econômico, entre outros. Essas ações podem provocar alterações significativas e vulnerabilidades no meio afetado.

Sánchez (2013) evoca uma combinação entre diferentes definições de impacto ambiental, não se atendo àquela frequentemente veiculada pela mídia no dia a dia. Logo, impacto ambiental não se trata apenas de dano à natureza, mas qualquer tipo de alteração no meio ambiente, seus componentes, consequente de uma ação antropogênica, que poderia não ocorrer se tal ação não tivesse sido praticada.

Mikelonis e colaboradores (2021) afirmam que a água contaminada representa ameaça à saúde pública em diversos âmbitos, seja através do contato direto com a pele, ou a partir da ingestão ou inalação das substâncias nela presentes. Além disso, os riscos quanto à poluição da água associam-se à proliferação de vetores endêmicos. (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

A diversidade na ecologia e biologia dos vetores de doenças requer considerações quanto ao desenvolvimento dos recursos hídricos locais. Devem ser analisadas as mudanças hidrológicas do corpo em questão e do ecossistema aquático, principalmente em zonas úmidas, onde as comunidades locais podem depender de produtos e serviços daquele ecossistema, e podem também estar expostas aos riscos de contaminação e transmissão de doenças (WHO, 2018).

O Brasil já chegou a ocupar o topo do ranking mundial na ocorrência de doenças de veiculação hídrica. De acordo com Paiva e Souza (2018), no ano de 2013, 16,3% das internações no Brasil poderiam ter sido evitadas caso as condições de esgotamento sanitário fossem adequadas. Além disso, os níveis de poluição ambiental vão se elevando anualmente, acompanhados de perdas econômicas e do bem-estar da população, cada vez mais exposta às doenças quando em contato com recursos hídricos com qualidades degradadas.

Um relatório da OMS aponta que ao se promover melhorias nos sistemas e redes de saneamento básico é possível reduzir em uma fração de até 10% no total de doenças a nível mundial. Tais medidas ajudam comunidades a viverem em ambientes mais saudáveis (WHO, 2018).

Ainda de acordo com essa organização, o esgoto sanitário, os resíduos de agrotóxicos e a destinação inadequada de resíduos sólidos são responsáveis por mais de 70% da poluição de mananciais superficiais. As excretas não tratadas contaminam águas subterrâneas e de superfície que podem ser utilizadas para abastecimento, irrigação, banho e uso doméstico. Por sua vez, a contaminação química antropogênica da água pode representar perigo à própria saúde humana e animal pelos altos índices de nitrato. (HU *et al.*, 2018; WHO, 2018).

Lima (2017) comenta que a deficiência nas redes de saneamento atreladas às dinâmicas ambientais de uma dada região, quando não combinados de modo harmônico, podem contribuir significativamente na produção de impactos ambientais, gerando assim degradação do meio urbano e riscos à saúde pública (LIMA, 2017). Há séculos, a integração entre natureza e sociedade vem repercutindo na produção de impactos ambientais (LIMA, 2017; PHILIPPI JR.; MALHEIROS, 2005).

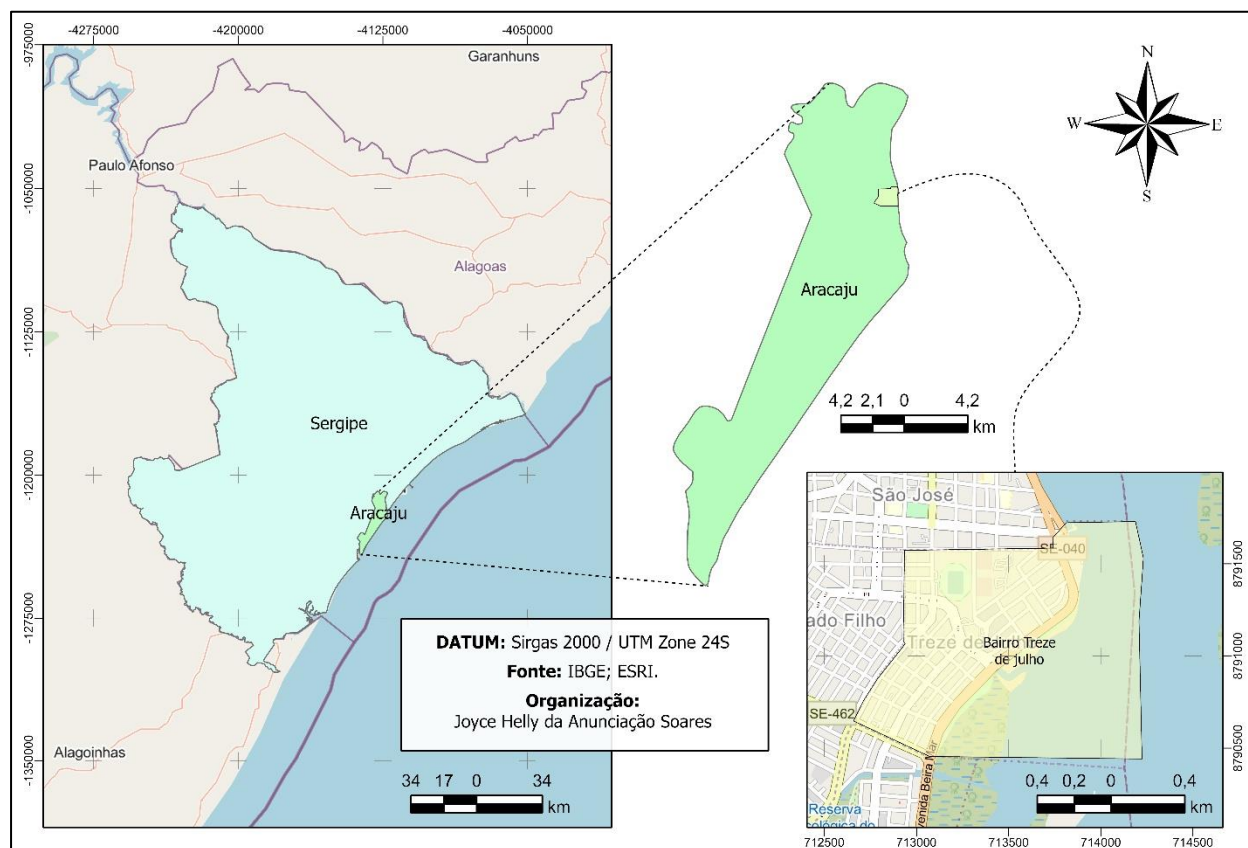
METODOLOGIA

Área de Estudo

Compreendido na região sul de Aracaju, o bairro Treze de julho (Figura 01) é considerado zona nobre da cidade, possuindo limites ao norte com o bairro São José, a leste com o estuário do rio Sergipe, a oeste com o Salgado Filho e ao sul com o bairro Jardins.

De acordo com a Empresa de saneamento que atende o município, o bairro Treze de julho é atendido em sua totalidade com rede coletora de esgoto, ficando a cargo dos proprietários dos imóveis a ligação do domicílio a esta rede.

Figura 01 - Localização do bairro Treze de Julho no município de Aracaju, no estado de Sergipe.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares.

Materiais e Métodos

A metodologia empregada consistiu, primeiramente, em revisão de literatura utilizando referências publicadas em: livros, revistas, artigos científicos, dissertações e teses. A pesquisa bibliográfica fornece cobertura de uma gama ampla de fenômenos, além de ser indispensável em estudos históricos, oferecendo meios para caracterizar e elucidar problemas já conhecidos.

Para a coleta, foram utilizados dados de ordem primária, provenientes da pesquisa de campo. Já os dados secundários, referem-se às análises bibliográficas e documentais, relacionadas ao tema objeto de estudo. Com os dados secundários foi possível discursar brevemente sobre o desenvolvimento histórico da área de estudo, atrelando à temática das águas urbanas. Para aprofundamento foram feitas observações diretas e registros fotográficos em toda a extensão do trecho do canal de drenagem e das imediações dentro do perímetro do bairro Treze de julho.

Após a coleta de dados primários, procedeu-se para a confecção do mapa com os pontos identificados como críticos de inundação e risco potencial, e à caracterização dos riscos para cada ponto e impactos associados. É importante salientar que os dados foram computados no dia 28 de abril de 2021, data evento com pico de maré alcançando os 2,3 metros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Breve histórico do desenvolvimento urbano do bairro Treze de julho.

Ao início do século XX, o bairro então denominado de Praia Formosa, constituía-se de casas de veraneio e choupanas de palha de pescadores. Assim como a maior parte da cidade de Aracaju, o bairro foi erguido sobre terras alagadiças (Figuras 02 e 03), especificamente situado em região ribeirinha, circunvizinhando o riacho Tramandaí (PMSB, 2016; RABELO, 2010).

Figura 02 - Bairro Treze de julho em 1970.



Fonte: INFONET, 2020. (Adaptado por Joyce Helly da Anunciação Soares: recorte na figura, 2020).

Figura 03 - Obras no bairro Treze de Julho, então Praia Formosa.



Fonte: acervo do arquivo público de Aracaju (2021).

A partir de 1950, o Bairro passa por remodelação (Figuras 04, 05 e 06), sendo direcionado à moradia da grande elite de Aracaju, ocorrendo a expulsão dos pescadores e da população mais pobre dessa zona, constituindo um exemplo emblemático de processo de segregação socioespacial, acarretando elevados investimentos e impactos ambientais (MALTA, 2018; RABELO, 2010).

Figura 04 - Bairro Treze de Julho após remodelação em meados do século XX.



Fonte: COSTA, 2018.

Figura 05 - Ruas do bairro Treze de Julho, após remodelação, em 1972.



Fonte: acervo do arquivo público de Aracaju (2021).

Figura 06 - Bairro Treze de Julho na década de 1980.



Fonte: INFONET, 2020.

Já ao início do século XXI, passando a ser denominado de Treze de julho, o bairro adquiriu características elitizadas, com predominância de verticalização das suas residências (Figuras 07, 08 e 09) (FRANÇA, 2019). No entanto, com a falta de preocupação em relação a infraestrutura inicial adequada, durante o seu período de desenvolvimento, apresentou mudanças drásticas na sua paisagem e vegetação ao longo do tempo, ocasionando o surgimento de manguezal no local onde antes era utilizado para banho de praia pela população (RABELO, 2010).

Segundo Malta (2018), o agora Treze de julho situa-se dentre bairros que apresentam maior renda média mensal da cidade, com soldo acima de R\$ 4.785,00, acompanhado por bairros circunvizinhos, como Jardins, São José, Salgado Filho e Grageru. A região é formada por 1986 edificações, sendo que 1708 delas é do tipo verticalizada, assim conta com um índice de 86% de verticalização em todo o bairro.

Tal estudo demonstra ainda que o bairro formatado para acomodar a elite aracajuana, foi equipado com espaços verdes mais bem estruturados do que comparados àqueles bairros com renda média mensal inferior.

Figura 07 – Predominância de verticalização no Bairro Treze de Julho entre 1962 e 2014.



Fonte: FRANÇA, 2019.

Figura 08 - Bairro Treze de julho, final do século XX, início do século XXI.



Fonte: acervo do arquivo público de Aracaju (2021).

Figura 09 - Bairro Treze de julho, início do século XXI.



Fonte: acervo do arquivo público de Aracaju (2021).

Após anos enfrentando problemas com os efeitos da maré do Rio Sergipe, o bairro Treze de julho passou por mais uma etapa de obras entre os anos 2013 e 2018 para intensificação na contenção desse fenômeno (Figuras 10, 11 e 12). A obra passou por alguns processos de embargo dentro desse período, alguns deles movidos pela ADEMA devido à falta de licenças ambientais necessárias para continuação.

Figura 10 - Obras de contenção no bairro Treze de julho.



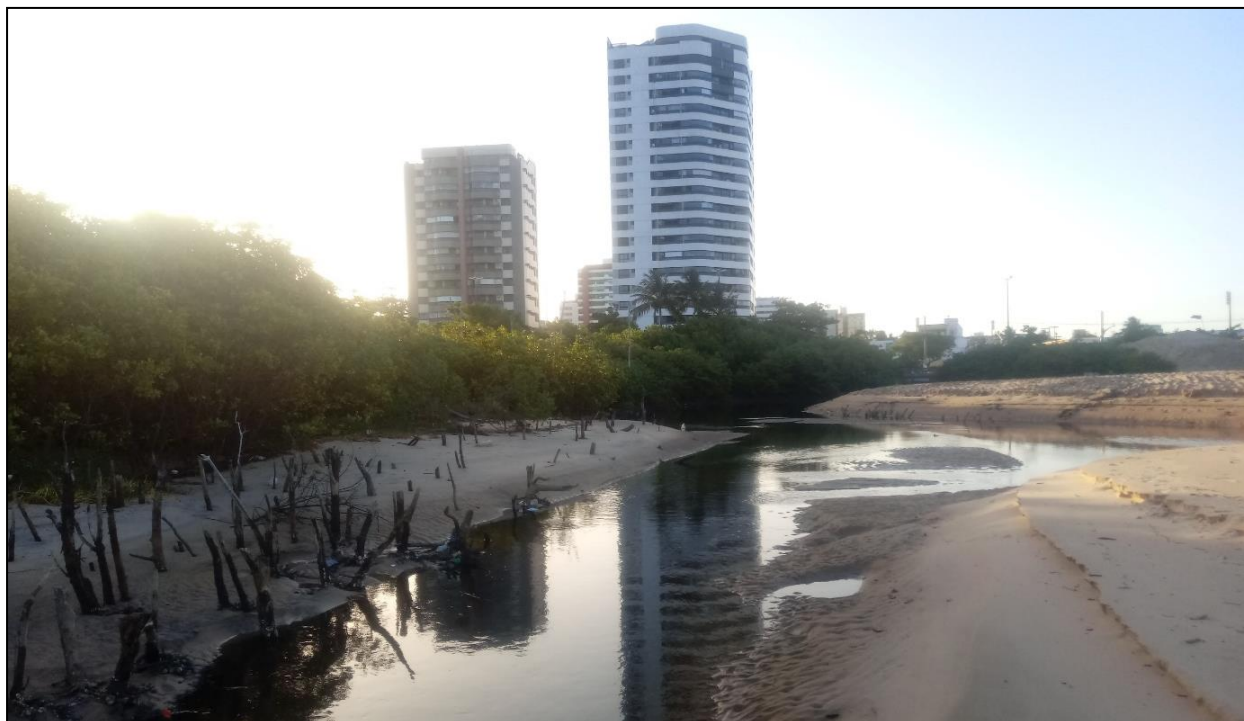
Fonte: JORNAL DA CIDADE, 2020.

Figura 11 – Aterro na obra de contenção da maré na Orla do Bairro Treze de Julho.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Figura 4 - Aterro na contenção da maré no mangue do Bairro Treze de Julho.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Devido à sua infraestrutura geográfica original o bairro Treze de julho ainda vivencia constantes alagamentos, com um solo com baixa taxa de infiltração aliado à influência do lençol freático raso. Anualmente durante a época chuvosa e eventos de maré alta ocorre transbordamento do canal de macrodrenagem e retorno dos efluentes através das sarjetas (Figuras 13, 14 e 15) (PMSB, 2016).

Figura 13 - Tubulação de drenagem com possibilidade de retorno devido efluentes ao nível da tubulação.



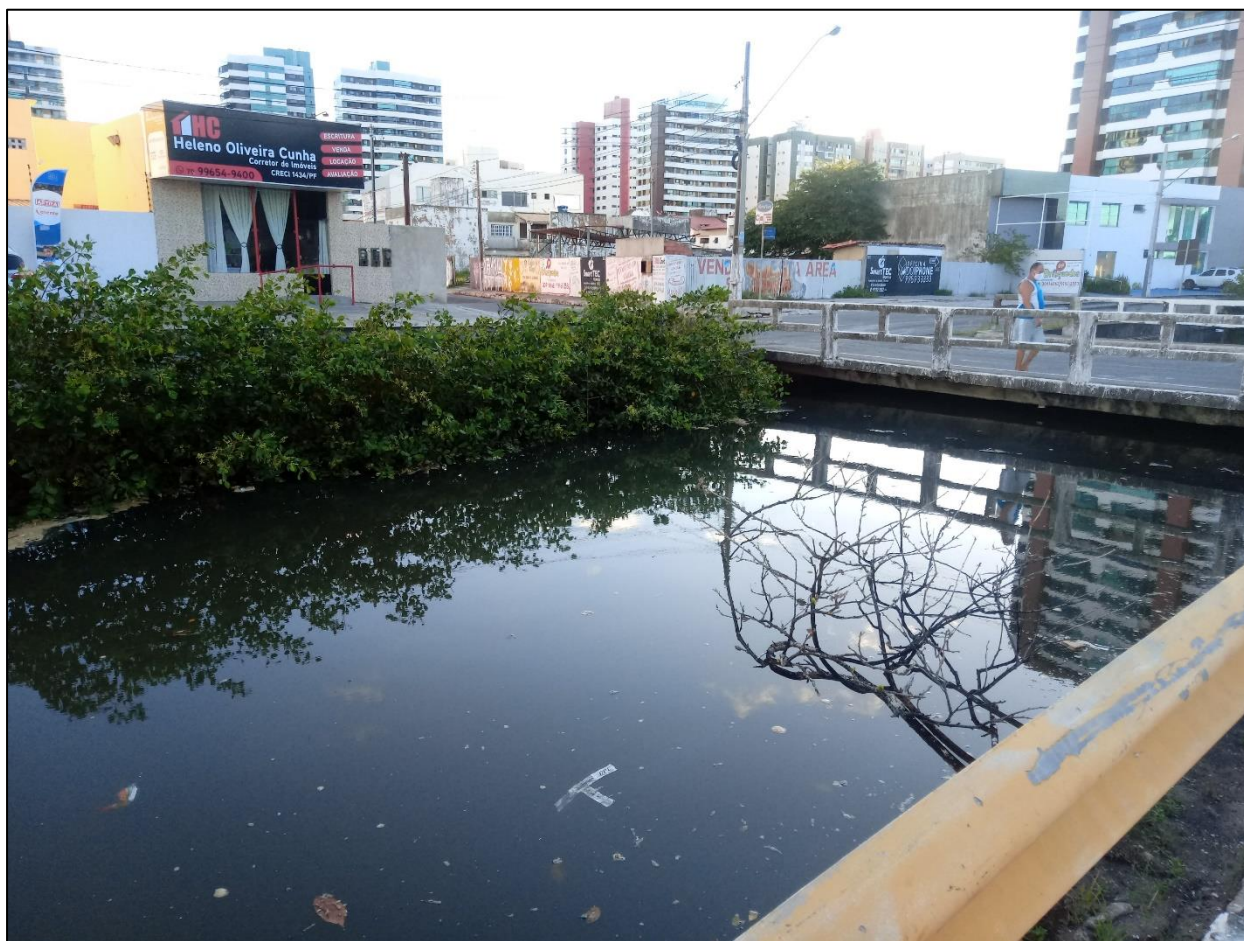
Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Figura 14 - Nível das águas do canal de drenagem à altura próxima da superfície.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Figura 15 - Efluentes do canal acima do nível da tubulação de recebimento em evento de preamar.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2021.

Destaca-se, portanto, a importância da identificação dos pontos críticos em bairros que sofrem com enchentes, como o bairro Treze de julho, em eventos hidrológicos de cheias e a discriminação dos riscos associados em tais pontos, servindo de base para possíveis planejamentos em face a eventos futuros.

Identificação dos pontos críticos de inundação nas imediações do canal de drenagem e riscos associados.

A partir de dados coletados em campo em observação direta, foi possível elencar os pontos críticos de inundação, com registro escrito e fotográfico, na área de estudo e georreferenciar no mapa abaixo (Figura 16).

Figura 16 - Identificação dos pontos críticos de inundação no bairro Treze de julho em situação de preamar.



Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Seguindo a ordem crescente na numeração dos pontos, apresenta-se suas particularidades quanto a localização, pontos de referência e coordenadas geográficas no (Quadro 01).

Quadro 01 - Características de localização física e geográfica dos pontos identificados como críticos de inundação.

PTO.	LOCALIZAÇÃO	PONTO DE REFERÊNCIA	COORDENAS EM GRAU DECIMAL	
			Latitude	Longitude
1	Interseção entre Av. Antônio Fagundes Santana e Rua José Ramos da Silva	Cruzamento no restaurante Cantina Ferreiro	-10,93055556	-37,04944444
2	Rua José Ramos da Silva	Frente à Escola Mapple Bear Infantil	-10,93027778	-37,04972222
3	Interseção entre Rua José Ramos da Silva e Rua Álvaro de Brito	Cruzamento com escola Mapple Bear Infantil	-10,93000000	-37,04972222
4	Interseção entre Av. Prof. Acrísio Cruz e Av. Anísio Azevedo	Interseção do canal com loja A Italiana	-10,92833333	-37,05000000
5	Av. Anísio Azevedo	Dois sentidos frente ao centro de beleza Ânimma	-10,92777778	-37,05138889
6	Rua Guilhermino Rezende	Frente ao comércio Maria Brasileira	-10,92833333	-37,05166667
7	Bifurcação da Rua Guilhermino Rezende para a Rua Jovêntina Alves	Bifurcação frente à academia Lion	-10,92888889	-37,05166667
8	Rua Jovêntina Alves	Frente ao comércio Festalito	-10,92916667	-37,05194444
9	Rua Fenelon Santos	Lateral à loja Oficina do Iphone	-10,92777778	-37,05194444
10	Rua Homero de Oliveira	Quadra após escola Mapple Bear Fundamental	-10,92972222	-37,05055556
11	Rua Percílio da Costa Andrade próx à Av. Prof. Acrísio Cruz	Frente à Escola Wizard	-10,93166667	-37,05250000
12	Rua Dep. Euclides Paes Mendonça próx à Av. Prof. Acrísio Cruz	Quadra anterior à Praça da Imprensa	-10,93055556	-37,05222222
13	Rua José Ramos da Silva	-	-10,92944444	-37,05055556

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Após identificação física, procedeu-se à análise dos riscos e impactos associados em cada trecho identificado como crítico levando em conta as condições de entorno. As informações constam no (Quadro 02).

Quadro 02 – Identificação fotográfica e ambiental dos pontos críticos de inundação.

PTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO EM EVENTO DE INUNDAÇÃO	CONDIÇÕES DE ENTORNO	RISCOS E IMPACTOS ASSOCIADOS
1	a)  b)  c) 	• Predominância de prédios comerciais dos ramos alimentício e de vestuário e de residências nas suas periferias; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; • Alto tráfego de veículos e pedestres já que se trata de uma avenida que dá acesso à rede de supermercado da região e a diversos edifícios residenciais.	IMPACTOS: • mobilidade urbana de veículos e de pessoas. Destaque para impossibilidade de uso de aparelho de acessibilidade na (Figura c); • ordem econômica aos comércios ali estabelecidos; • saúde humana e animal por exposição e contato primário; RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas haja vista a presença de coliformes fecais em altas quantidades no trecho estudado; • danificar os meios de locomoção pela exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas.

2	d)  e) 	• Residências e prédio comercial do ramo educacional com atendimento Infantil; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; • Tráfego de veículos e pedestres já que se trata da vida que dá acesso à entrada da escola.	IMPACTOS: • à mobilidade urbana de veículos e de pedestres. • de ordem econômica ao comércio do ramo educacional; • à saúde humana por exposição e contato primário, com destaque para a presença de grupos mais vulneráveis (Crianças); • à limpeza urbana, com impossibilidade de realizar tais serviços devido às condições da área. RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas haja vista a presença de coliformes fecais em altas quantidades no trecho estudado; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas; • danos materiais ao adentrar líquidos nas casas de cotas mais baixas.
---	---	---	---

3	f) 	• Predominância de prédios comerciais de diversos ramos; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; • Tráfego local de veículos e pedestres.	IMPACTOS: • mobilidade urbana local de veículos e de pedestres; • ordem econômica aos comércios ali instalados; • saúde humana por exposição e contato primário; RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas.
4	g) 	• Predominância de prédios residenciais, com prédios comerciais nas suas periferias; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Pouca área verde;	IMPACTOS: • mobilidade urbana de veículos e de pessoas. Destaque para impossibilidade de uso de um dos lados da via de carros (Figura h); • saúde humana e animal por exposição e contato primário e por contato com mucosas expostas como nariz, olhos e boca devido ao espraçamento dos efluentes quando da movimentação dos carros; RISCOS:

	h) 	• Alto tráfego de veículos e pedestres já que se trata de uma avenida que dá acesso ao estádio de futebol Lourival Batista e a comércios do ramo da saúde ao longo da avenida;	• desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas haja vista a presença de coliformes fecais em altas quantidades no trecho estudado; • danificar os meios de locomoção pela exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas.
5	i) 	• Predominância de prédios comerciais de diversos ramos; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; • Tráfego intenso de veículos pois se trata de avenida que dá acesso à rua principal que margeia o Rio Sergipe.	IMPACTOS: • mobilidade urbana local de veículos e pedestres; • ordem econômica aos comércios ali instalados; • saúde humana por exposição e contato primário; RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas; • danificar os meios de locomoção pela

	k) 		exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados.
6	l)  m) 	• Prédios residenciais e comerciais de diversos ramos; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; • Tráfego local de veículos e pedestres.	IMPACTOS: • à mobilidade urbana de veículos e de pedestres. • de ordem econômica aos comércios presentes; • à saúde humana por exposição e contato primário. RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • danificar os meios de locomoção pela exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas.

7	n) 	• Predominância de residências alguns prédios comerciais de diferentes ramos; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; • Tráfego local de veículos e pedestres.	IMPACTOS: • à mobilidade urbana de veículos e de pedestres. • de ordem econômica aos comércios presentes; • à saúde humana por exposição e contato primário. RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • danificar os meios de locomoção pela exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas; • danos materiais ao adentrar líquidos nas casas de cotas mais baixas.
8		• Mescla entre residências e prédios comerciais de diferentes ramos; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; • Tráfego local de veículos e pedestres.	IMPACTOS: • à mobilidade urbana de veículos e de pedestres. • de ordem econômica aos comércios presentes; • à saúde humana por exposição e contato primário. RISCOS:

	o) 		• desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • danificar os meios de locomoção pela exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados; • danos materiais ao adentrar líquidos nas casas de cotas mais baixas; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas.
9	p) 	• Mescla entre residências e prédios comerciais de diferentes ramos; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; Tráfego local de veículos e pedestres.	IMPACTOS: • à mobilidade urbana de veículos e de pedestres. • de ordem econômica aos comércios presentes; • à saúde humana por exposição e contato primário. RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • danificar os meios de locomoção pela exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados; • danos materiais ao adentrar

			líquidos nas casas de cotas mais baixas; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas.
10	q) 	• Mescla entre edifícios residenciais e prédios comerciais de diferentes ramos; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; • Tráfego local de veículos e pedestres.	IMPACTOS: • à mobilidade urbana de veículos e de pedestres. • de ordem econômica aos comércios presentes; • à saúde humana por exposição e contato primário. RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • danificar os meios de locomoção pela exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas.
11		• Mescla entre edifícios residenciais e prédios comerciais com a presença de um comércio do ramo educacional;	IMPACTOS: • à mobilidade urbana de veículos e de pedestres. • ordem econômica ao comércio do ramo educacional;

	r) 	• Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Pouca área verde; • Tráfego local de veículos e pedestres.	• à saúde humana por exposição e contato primário, com destaque para a presença de grupos mais vulneráveis (Crianças). RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas; • danos materiais ao adentrar líquidos nas casas e comércios de cotas mais baixas.
12	s) 	• Predominância de prédios comerciais de diversos ramos, inclusive do ramo de cuidados animais; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Pouca área verde; • Alto tráfego de veículos e pedestres já que se trata de uma avenida que dá acesso ao estádio de futebol Lourival Batista e a comércios do ramo da saúde ao longo da avenida.	IMPACTOS: • mobilidade urbana local de veículos e pedestres; • ordem econômica aos comércios ali instalados; • saúde humana e animal por exposição e contato primário; RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às

			águas contaminadas; • danificar os meios de locomoção pela exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados.
13	t) 	• Mescla entre edifícios residenciais e prédios comerciais com a presença de comércio do ramo alimentício; • Solo completamente impermeabilizado pelo asfalto das vias; • Sem área verde; • Tráfego local de veículos e pedestres.	IMPACTOS: • à mobilidade urbana de veículos e de pedestres. • ordem econômica aos comércios presentes; • à saúde humana por exposição e contato primário. RISCOS: • desenvolver doenças veiculadas por águas contaminadas; • atrair animais vetores de doenças de veiculação hídrica devido às águas contaminadas; • danificar os meios de locomoção pela exposição às substâncias contidas nos efluentes retornados.

Organização: Joyce Helly da Anunciação Soares, 2022.

Analisados os pontos um por um é importante frisar que o acesso à maioria dos pontos para registro fotográfico só foi possível por meio do uso de automóvel fechado, garantindo segurança à pesquisadora na aproximação de áreas onde as calçadas se encontravam inundadas pelos efluentes de retorno do canal de macrodrenagem.

Os principais impactos e riscos evidenciados nos pontos analisados se referem principalmente a: mobilidade urbana; saúde humana e impactos econômicos.

Ribeiro (2021) evidencia em sua pesquisa como a alteração do meio natural causa alterações em dinâmicas essenciais, como a impermeabilização do solo e a remoção de vastas áreas de cobertura vegetal, acarretando em consequências ao saneamento básico e à mobilidade urbana. Comenta ainda que em eventos de inundações, a área estudada apresenta diversos pontos de circulação de veículos alagados, impossibilitando e/ou retardando tal mobilização tanto para transeuntes externos como para moradores locais.

Maio (2019) explicita que os impactos das enchentes urbanas na mobilidade podem ser classificados como: a) de infraestrutura do transporte; b) danos causados aos próprios veículos; e c) aos padrões de mobilidade;

Londe e Tomás (2020) comentam que, dentro da temática meio ambiente e mobilidade urbana pode haver uma infinidade de relações, recorrendo ao exemplo das ciclovias que coincidem com áreas de inundação, o que impede o fluxo normal diário, afetando a rotina de diversas pessoas que usam esse tipo de locomoção. As autoras ainda salientam a importância de dados do traçado de ciclovias relacionados aos pontos de alagamentos, configurando-se uma forma prática e acessível de informação aos cidadãos e um importante instrumento de apoio à gestão de riscos.

Em áreas urbanas onde os efeitos das inundações são maximizados devido o desenvolvimento da própria urbanização, através da impermeabilização do solo, os principais riscos e impactos se associam aos aspectos financeiro, em se falando de desvalorização e perda de bens e patrimônios, e na saúde e qualidade de vida (SANTOS, 2017).

No Brasil, as inundações chegam a atingir um total acima de 50% de todos os municípios, trazendo sérios impactos sobre a saúde com a intercorrência de óbitos, traumas e lesões relacionadas ao contato ou ingestão de água contaminada, podendo resultar até em transtornos de ordem psicológica (SILVA, 2021).

A autora analisa ainda que os impactos associados a essa temática podem ser diretos ou indiretos, de curto, médio e/ou longo prazo; com uma abrangência individualizada ou a âmbito de uma comunidade, constatando casos de doenças transmissíveis por meio hídrico, alimentar e vetorial. Cita que, os grupos mais vulneráveis são crianças, idosos, pessoas com deficiência e gestantes.

Sousa *et al.* (2020) discorre que em uma de suas áreas de estudo, em Goiânia boa parte do índice de acometimento de doenças se justifica pelo aparecimento de vetores de doenças de veiculação hídrica, principalmente os roedores em períodos de enchentes e inundações nos grandes centros urbanos.

Nina e Szlafsztein (2018) expõe que as inundações ocorridas na área em estudo afetaram drasticamente o crescimento econômico municipal como um todo a curto prazo, com influência negativa. E naquelas áreas consideradas mais críticas houve impacto negativo no crescimento a longo prazo.

Amaral *et al.* (2016) relata que diversos são os danos financeiros evidenciados como consequências das inundações urbanas. Dentre eles: a) os danos tangíveis diretos em estruturas físicas como avarias em portões, muros, instalações hidráulicas e elétricas, mobiliários e maquinários e produtos em estoque e exposição; b) os danos tangíveis indiretos, que se associam às propriedades em si, sucedendo na possível desvalorização de imóveis e até dificuldades na contratação de seguros e custos de limpeza e manutenção; c) e os danos intangíveis indiretos, principalmente representado pela falta e/ou dificuldade de acesso dos clientes aos locais, e pela necessidade de paralisação das atividades para limpeza e manutenção.

Tais fatos demonstram indícios preocupantes quando se relaciona a temática inundações urbanas com crescimento econômico e prejuízos financeiros a nível local. Nota-se, porém, que poucos são os estudos recentes sobre o impacto das inundações sobre as receitas comerciais, os bens materiais e a assiduidade de clientes em comércio circunvizinhos, sendo um tema passível de maior aprofundamento em futuros estudos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apoiado em dados coletados em campo, foi possível evidenciar os pontos mais críticos de inundação no bairro Treze de Julho em eventos hidrometeorológicos, a partir do georreferenciamento em mapa.

Entende-se a importância da identificação de pontos de inundação, tanto a âmbito comunitário quanto a âmbito de instituições públicas, possibilitando uma melhor informação da população, quanto a localizações afetadas, que podem ter relação direta com o seu cotidiano e

também e a oportunidade de planejamento prévio, por parte de entes públicos, quanto às localidades identificadas em eventos de enchentes e inundações.

Os principais impactos e riscos evidenciados nos pontos analisados se referem principalmente a: mobilidade urbana; saúde humana e impactos econômicos. Quanto aos impactos na mobilidade urbana, é possível classificá-los como de ordem estrutural, física com danos aos próprios veículos e nos padrões de mobilidade.

Para tal problemática, estudos enviesam no sentido de salientar a necessidade de melhor planejamento urbano quanto à impermeabilização do solo e na prévia divulgação e oferecimento de rotas ou veículos alternativos, que não sofram com os impactos provenientes do evento em questão.

Em relação à saúde, os autores indicam que a dimensão dos impactos está diretamente relacionada às condições de vulnerabilidade das áreas atingidas, bem como com a capacidade de resposta oportuna dos atores envolvidos.

Finalmente, quanto aos danos financeiros, foram elencados os potenciais danos tangíveis diretos e indiretos, e os intangíveis indiretos, revelando indícios alarmantes no tocante aos prejuízos financeiros a nível local em situações hidrometeorológicas atípicas.

Para tanto, devem ser considerados e aprofundados os estudos sobre alguns dos fatos expostos para ser possível um planejamento com maior eficiência quanto ao crescimento em zonas urbanas e quanto à gestão de águas em áreas costeiras sujeitas a influências hídricas.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. [et al...]. O impacto das inundações na bacia hidrográfica urbana do córrego Ipiranga, São Paulo/SP. **Agbbauru**. 2016.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. 1981.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente**. Publicado no D.O.U. 1986.

FRANÇA, Sarah Lúcia Alves. **Vetores de expansão urbana: Estado e mercado na produção da habitação em Aracaju-SE**. São Cristóvão, SE: Editora UFS, 2019.

HU, Y., NDEGWA, N., ALNEBERG, J., JOHANSSON, S., LOGUE, J., HUSS, M., et al. Stationary and portable sequencing-based approaches for tracing wastewater contamination in urban stormwater systems. **Scientific Reports**. 2018.

KRIESER, Giovane Bruno; MARIN, Camila Burigo; PEDRELLI, Tania Denise; FEIJÓ, Janete; GALIANI, Diego Leonardo Arruda. Identificação das ligações prediais de esgoto irregulares ou clandestinas no município de Itapema (SC). **Revista DAE - SABESP**. 2016. v. 64. ISSN 0101-6040.

LIMA, João Sérgio Queiroz. Estimativa do lançamento de esgoto doméstico por assentamentos precários em lagoas na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**. Fortaleza, v. 11, n. 2, p.92-107. 2017. ISSN: 1982-5528

LONDE, L. R.; TOMÁS, L. R.; Ciclovias, políticas públicas e desastres: estudo de caso para São José dos Campos – SP. In: **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano [recurso eletrônico]**. Organizado por: MAGNONI JUNIOR, L. [et al...]. – 2. ed. – São Paulo: CPS, 2020. 865p.

MAIO, C. S. M. **Vulnerabilidade dos sistemas de transporte em áreas de inundação: uma mudança nos padrões de mobilidade e a busca pela adaptação às alterações climáticas**. 2019. Dissertação de mestrado.

MALTA, Judson Augusto Oliveira. **Fitogeografia urbana e condicionantes socioambientais em Aracaju-SE (1978-2018)**. Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

MIKELONIS, Anne M; HAWLEY, Robert J; GOODRICH, James A. Emergency response to stormwater contamination: A framework for containment and treatment. **Journal of Environmental Management**, v. 280, 2021, ISSN 0301-4797, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111838>.

NINA, Alex Santiago; SZLAFSTEIN, Cláudio Fabian. As inundações de 2009 na Amazônia e suas relações com o desenvolvimento sustentável: impactos ao produto interno bruto municipal. **GEOgraphia**, 2018. v. 20, n. 43.

OLIVEIRA, Julia D.; SILVA FILHO, Antônio C.; SILVA, Janaína B. A Água e suas Correlações com Doenças na Cidade de Campina Grande-PB. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 2017. ISSN: 1980-1726.

PAIVA, Roberta F. P. S.; SOUZA, Marcela F. P. S. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 2018. DOI: 10.1590/0102-311X00017316.

PHILIPPI JR., Arlindo; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. Saneamento e saúde pública: integrando homem e ambiente. In: **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri – SP: Manole, 2005. cap. 1.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE ARACAJU – PMS. **Mobilização Social de Aracaju e Audiências Públicas - Relatório Final**. Aracaju, Sergipe. 2016, 1262p.

RABELO, Josevânia Nunes. Enobrecimento Urbano do Bairro Treze de Julho em Aracaju: 1990 – 2000. **Revista TOMO – UFS**, 2010. n. 16.

RIBEIRO, G. C. M. **Inundações e alagamentos e suas características geomorfológicas no Município de Cachoeirinha – RS**. 2021. Trabalho de Conclusão de curso. 73f.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental : conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo : Oficina de Textos, 2013.

SAUER, Elizabeth P; VANDEWALLE, Jessica L; BOOTSMA, Melinda J; MCLELLAN, Sandra L. Detection of the human specific Bacteroides genetic marker provides evidence of widespread sewage contamination of stormwater in the urban environment. **Water Research**, v. 45, is. 14, 2011, p. 4081-4091, ISSN 0043-1354.

SILVA, Eliane Lima [et al...]. Emergência em saúde pública por inundações: a atuação do Ministério da Saúde em ocorrências no Brasil de 2004 a 2017. **Saúde em Debate [online]**. 2020, v. 44, n. spe2, pp. 176-187. ISSN 2358-2898. <https://doi.org/10.1590/0103-11042020E212>.

SOUSA, V. C. S. S.; MARTINS, A. J. A. M.; NASCIMENTO DE PAULA, E. M. Avaliação dos casos notificados de leptospirose humana no estado de Goiás entre os anos de 2010-2019. In: **XV Semana Universitária, XIV Encontro de iniciação científica, VII Feira de Ciência, Tecnologia e Inovação**. UNIFIMES, 2020.

TEIXEIRA, Raquel O. S.; LASCHEFSKI, Andréa L. Z.; MOTTA, Luana D. Os Estudos de Impacto Ambiental e a Economia de Visibilidades do Desenvolvimento. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 36, n. 105, e3610501, 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Water, Sanitation And Hygiene Strategy 2018-2025**. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274273/WHO-CED-PHE-WSH-18.03-eng.pdf?ua=1>. World Health Organization 2018>. Acesso em 20 de Ago., 2020.

CONCLUSÃO GERAL

Em uma contextualização histórica do desenvolvimento dos serviços de esgotamento sanitário e pluvial na cidade de Aracaju constatou-se o funcionamento deficitário do seu momento implantação até a completa reestruturação 1984. Dentre as consequências nota-se a ocorrência de ligações clandestinas, o despejo de efluentes de modo indevido e o mal funcionamento do sistema de coleta subdimensionado com o passar dos anos. Após a remodelação, a crescente urbanização sem o devido planejamento resultou em problemas ambientais que perduram aos dias atuais.

Na análise dos parâmetros de qualidade do trecho do canal em estudo, constatou-se que os valores de SDT foram os maiores influenciadores no valor final de sólidos totais, apresentando concentrações mais elevadas que os SS para todos os pontos, apontando para a presença de esgotos domésticos. Já a DBO apresentou concentrações abaixo das características de esgoto *in natura*. Apesar da presença de matéria orgânica conferir característica de presença de esgoto, esses valores apresentaram-se muito menores do que os que se previa na hipótese inicial da pesquisa.

A inconstância dos dados para o parâmetro de Óleos e Graxas sugere comportamento típico de poluição por carga do tipo difusa, com difícil detecção e contribuição através do escoamento superficial, advindo dos comércios e veículos que circundam o perímetro do canal.

Um ponto importante da pesquisa, diz respeito aos valores do indicador característicos de contaminação fecal, já que em todos os pontos analisados para ambas as estações se mostraram acima da ordem permitida por legislações e literaturas consultadas.

Em se falando da diferença significativa para os fatores localização do ponto de coleta e sazonalidade, conclui-se que, apesar de haver a presença de matéria orgânica, característica de lançamento de esgotos, o principal fator de influência na qualidade da água da rede de drenagem em estudo é o carreamento de poluentes, a partir do escoamento superficial em períodos de maior precipitação, sendo que a composição dos parâmetros segue uma lógica, associada ao uso do solo nos pontos observados, que se mostram majoritariamente urbanizados.

Finalmente, foi possível evidenciar os pontos críticos de inundação no bairro Treze de julho em eventos hidrometeorológicos extremos, com os seguintes impactos e riscos evidenciados: quanto à mobilidade urbana; quanto à saúde e quanto aos impactos financeiros. Tal resultado está atrelado à importância da identificação de pontos de inundação tanto a âmbito da comunidade quanto de instituições públicas, ao possibilitar informação à população e oportunizar de forma mais

eficiente o planejamento por parte das entidades públicas quanto às localidades identificadas em eventos de enchentes e inundações.

Para a problemática em questão, os estudos confluem no destaque da necessidade de um melhor planejamento urbano em se falando de impermeabilização do solo, consideração de eventos climáticos presentes e futuros e gestão de águas urbanas. Pesquisas que aliem a análise dos parâmetros qualitativos das águas urbanas, associados a identificação de zonas vulneráveis e os impactos conduzem a um caminho mais suscetível à resolução dos problemas adereçados nesta dissertação.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão para todas as amostras coletadas nas duas estações

Parâmetro	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Turbidez	20	20,893	17,613	1,0500	51,25	14,899
pH	20	6,986	7,045	6,3700	7,44	0,307
Cond. Elétrica	20	4349,315	1715,050	367,1000	18740,00	5354,407
Salinidade	20	0,715	0,090	0,0000	5,09	1,327
DBO	20	42,290	44,400	0,5000	116,00	32,123
Óleos e Graxas	20	127,357	14,900	2,0000	2009,00	445,217
Sólidos Dissolvidos	20	918,373	425,700	24,9500	5086,00	1255,925
Sólidos Suspensos	20	12,660	6,350	0,0000	55,00	14,696
Sólidos Totais	20	931,033	459,700	26,7000	5122,00	1262,205

Valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão para todas as amostras coletadas nas duas estações por ponto

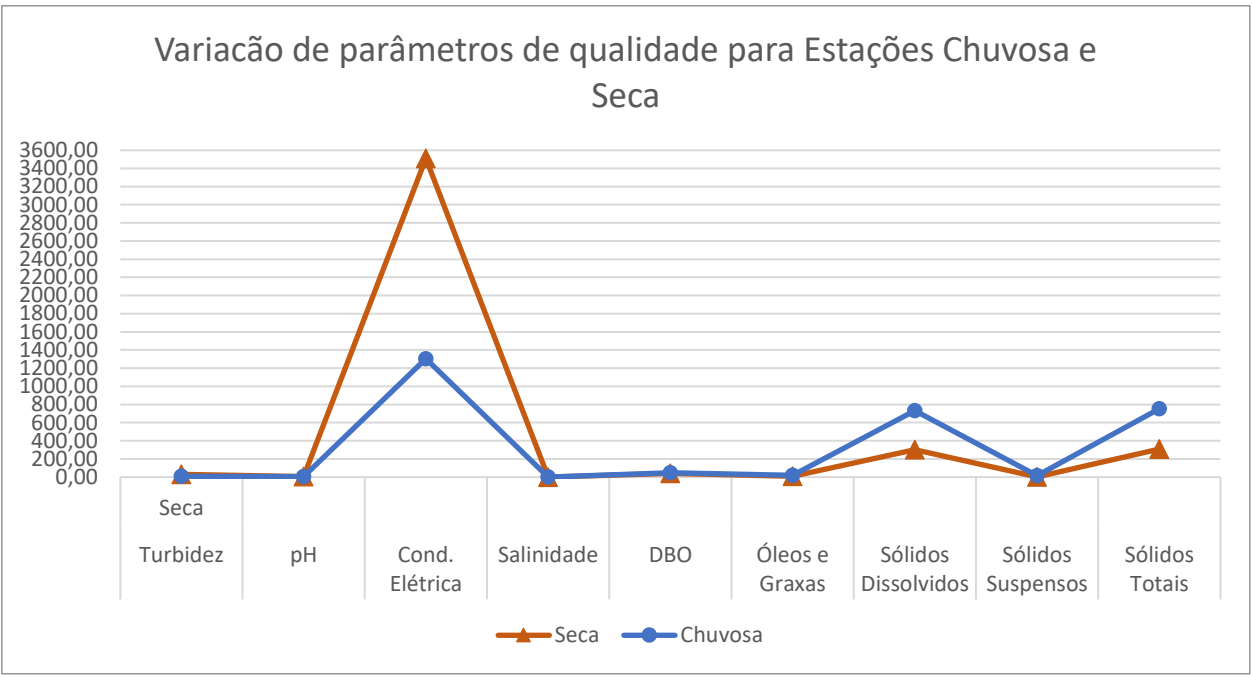
Parâmetro	Ponto	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Turbidez	P01	4	9,661250	9,935000	1,050000	17,72500	9,197572
	P02	4	23,57750	19,49500	8,570000	46,75000	18,53212
	P03	4	21,13000	21,43500	7,650000	34,00000	11,48122
	P04	4	29,30500	31,66500	2,640000	51,25000	22,51303
	P06	4	20,79000	21,46500	11,23000	29,00000	8,182123
pH	P01	4	6,742500	6,755000	6,420000	7,040000	0,299374
	P02	4	6,870000	6,890000	6,370000	7,330000	0,458476
	P03	4	7,045000	7,020000	6,880000	7,260000	0,159687
	P04	4	7,157500	7,130000	7,040000	7,330000	0,123659
	P06	4	7,055000	7,100000	6,830000	7,190000	0,161142
Cond. Elétrica	P01	4	573,2750	579,0000	367,1000	768,0000	164,9682
	P02	4	6024,000	4861,500	2593,000	11780,00	4150,796
	P03	4	2407,325	1715,050	1109,200	5090,000	1819,673
	P04	4	600,7250	636,0000	378,6000	752,3000	157,9147
	P06	4	12141,25	12001,00	5823,000	18740,00	5789,192
Salinidade	P01	4	0,147500	0,090000	0,000000	0,410000	0,194487
	P02	4	0,837500	0,720000	0,000000	1,910000	0,985913
	P03	4	0,355000	0,300000	0,000000	0,820000	0,419643
	P04	4	0,147500	0,095000	0,000000	0,400000	0,190679
	P06	4	2,087500	1,630000	0,000000	5,090000	2,523561
DBO	P01	4	19,72500	20,80000	6,000000	31,30000	10,40300
	P02	4	45,52500	57,55000	2,900000	64,10000	28,86825
	P03	4	38,50000	39,20000	20,80000	54,80000	13,91929
	P04	4	39,07500	19,90000	0,500000	116,0000	54,23820
	P06	4	46,57500	51,80000	3,700000	79,00000	31,42317
Óleos e Graxas	P01	4	31,62500	10,00000	2,000000	104,5000	49,00023
	P02	4	10,15000	7,500000	3,000000	22,60000	8,910107
	P03	4	57,57500	13,60000	6,800000	196,3000	92,61178
	P04	4	24,50750	22,60000	14,50000	38,33000	11,83454
	P06	4	512,9250	19,30000	4,100000	2009,000	997,4153
Sólidos Dissolvidos	P01	4	172,6250	117,7250	24,95000	430,1000	191,1137
	P02	4	1099,725	1053,050	370,8000	1922,000	714,1772

	P03	4	464,6875	455,4500	108,3500	839,5000	327,9114
	P04	4	243,2000	262,7500	26,00000	421,3000	168,1378
	P06	4	2611,625	2214,625	931,2500	5086,000	1953,732
Sólidos Suspensos	P01	4	4,212500	1,925000	0,00	13,00000	5,929921
	P02	4	8,937500	4,000000	2,750000	25,00000	10,72453
	P03	4	13,96250	8,100000	2,650000	37,00000	15,64882
	P04	4	20,75000	10,75000	6,500000	55,00000	22,94377
	P06	4	15,43750	11,45000	2,850000	36,00000	15,26288
Sólidos Totais	P01	4	176,8375	118,7750	26,70000	443,1000	196,0074
	P02	4	1108,663	1057,050	373,5500	1947,000	722,6917
	P03	4	478,6500	463,5500	111,0000	876,5000	341,6237
	P04	4	263,9500	272,0000	35,50000	476,3000	184,4085
	P06	4	2627,063	2226,075	934,1000	5122,000	1968,901

Valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão analisando para todas as amostras coletadas em todos os pontos para cada período

Parâmetro	Período	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Turbidez	Chuvosa	10	9,472000	8,615000	1,050000	19,08000	6,444808
	Seca	10	32,31350	29,66500	17,50000	51,25000	11,71499
pH	Chuvosa	10	7,170000	7,165000	6,950000	7,440000	0,145602
	Seca	10	6,801000	6,855000	6,370000	7,410000	0,318833
Cond. Elétrica	Chuvosa	10	2580,530	1304,150	367,1000	9082,000	2852,277
	Seca	10	6118,100	3510,500	555,0000	18740,00	6740,693
Salinidade	Chuvosa	10	1,430000	0,710000	0,180000	5,090000	1,606840
	Seca	10	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
DBO	Chuvosa	10	44,89000	46,30000	1,400000	91,80000	29,70389
	Seca	10	39,69000	40,05000	0,500000	116,0000	35,79272
Óleos e Graxas	Chuvosa	10	224,4300	20,35000	2,000000	2009,000	627,6977
	Seca	10	30,28300	10,80000	3,000000	196,3000	59,29961
Sólidos Dissolvidos	Chuvosa	10	1445,070	730,3500	205,6000	5086,000	1597,289
	Seca	10	391,6750	301,6000	24,95000	1168,250	402,6880
Sólidos Suspensos	Chuvosa	10	21,00000	15,50000	0,00	55,00000	17,18527
	Seca	10	4,320000	3,425000	1,750000	9,500000	2,460939
Sólidos Totais	Chuvosa	10	1466,070	753,8500	205,6000	5122,000	1601,602
	Seca	10	395,9950	307,9500	26,70000	1173,150	402,5765

Ponto	Data	Turbidez (NTU)	pH	Condutividade Elétrica (µS)	Salinidade (g/kg)	DBO (mgO ₂ /L)	Óleos e Graxas (mg/L)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	Sólidos em Suspensão (mg/L)	Sólidos Totais (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	Coliformes totais (NMP/100mL)
P01 - Início do bairro Salgado Filho	20/08/2021	1,05	6,95	367,1	0,18	6	2	205,6	0	205,6	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P02 - Início do bairro 13 de Julho	20/08/2021	8,66	7,18	2593	1,44	52,6	22,6	1452	4	1456	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P03 - Final do Bairro São José	20/08/2021	7,65	7,05	1109,2	0,6	40	18,1	621,2	10	631,2	1,7 * 10 ⁴	3,9 * 10 ⁴
P04 - Início do bairro São José	20/08/2021	2,64	7,11	378,6	0,19	38,4	30,4	212	12	224	2,8 * 10 ⁵	> 1,6 * 10 ⁶
P06 - Exultório no bairro 13 de Julho	20/08/2021	11,23	7,15	5823	3,26	54,8	2009	3261	18	3279	4,7 * 10 ⁴	> 1,6 * 10 ⁶
P01 - Início do bairro Salgado Filho	25/08/2021	2,37	7,04	768	0,41	20,8	104,5	430,1	13	443,1	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P02 - Início do bairro 13 de Julho	25/08/2021	8,57	7,33	3433	1,91	64,1	10,5	1922	25	1947	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P03 - Final do Bairro São José	25/08/2021	16,54	7,26	1499,1	0,82	91,8	9,1	839,5	37	876,5	5,4 * 10 ⁵	> 1,6 * 10 ⁶
P04 - Início do bairro São José	25/08/2021	19,08	7,44	752,3	0,4	1,4	14,5	421,3	55	476,3	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P06 - Exultório no bairro 13 de Julho	25/08/2021	16,93	7,19	9082	5,09	79	23,6	5086	36	5122	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P01 - Início do bairro Salgado Filho	03/11/2021	17,725	6,42	555	0,26 * 10 ⁻⁹	20,8	16,3	29,85	2,1	31,95	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P02 - Início do bairro 13 de Julho	03/11/2021	46,75	6,37	11780	6,96 * 10 ⁻⁹	62,5	3	654,1	4	658,1	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P03 - Final do Bairro São José	03/11/2021	34	6,99	5090	2,83 * 10 ⁻⁹	57,5	196,3	289,7	6,2	295,9	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P04 - Início do bairro São José	03/11/2021	44,25	7,41	638	0,30 * 10 ⁻⁹	0,5	14,8	313,5	6,5	320	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P06 - Exultório no bairro 13 de Julho	03/11/2021	29	7,05	18740	11,5 * 10 ⁻⁹	48,8	15	1168,25	4,9	1173,15	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P01 - Início do bairro Salgado Filho	16/11/2021	17,5	6,56	603	0,29 * 10 ⁻⁹	31,3	3,7	24,95	1,75	26,7	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P02 - Início do bairro 13 de Julho	16/11/2021	30,33	6,60	6290	3,54 * 10 ⁻⁹	2,9	4,5	370,8	2,75	373,55	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P03 - Final do Bairro São José	16/11/2021	26,33	6,88	1931	0,99 * 10 ⁻⁹	52,9	6,8	108,35	2,65	111	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P04 - Início do bairro São José	16/11/2021	51,25	6,90	634	0,30 * 10 ⁻⁹	116	38,33	26	9,5	35,5	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶
P06 - Exultório no bairro 13 de Julho	16/11/2021	26	6,83	14920	8,95 * 10 ⁻⁹	3,7	4,1	931,25	2,85	934,1	> 1,6 * 10 ⁶	> 1,6 * 10 ⁶



ANEXOS

**TERMO DE RESPONSABILIDADE E COMPROMISSO PARA USO,
GUARDA E DIVULGAÇÃO DE DADOS E ARQUIVOS DE PESQUISA**

DATA 126

30/12/21

1. TÍTULO DO PROJETO*Impactos do Lançamento de Esgotos na Rede de Drenagem no Bairro 13 de Julho no Município de Aracaju***2. NOME COMPLETO DO SOLICITANTE/PESQUISADOR RESPONSÁVEL OU PARTICIPANTE**

Joyce Helly da Anunciação Soares	Número do R.G. 3.266.841-4	Número do CPF 054.044.985-79
---	--------------------------------------	--

Endereço (RUA, AV, Nº, Bairro, Complemento, CEP, Cidade e Estado)
Rua Francisco Rabelo Leite Neto, n 500, Atalaia, Bloco Abais, ap 301, 49037-240, Aracaju - SE

3. DIRETORIA RESPONSÁVEL PELO FORNECIMENTO DOS DADOS**ASSESSORIA TÉCNICA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO****4. DADOS / INFORMAÇÕES FORNECIDOS**

- Cadastro dos sistemas de esgotamento sanitário – Bairros 13 de Julho, São José, Salgado Filho e Centro;
- Cadastro e quantidade de ligações de residências à rede coletora de esgoto - Bairro 13 de Julho (de 1980 à 2021);
- Fotografias, mapas e imagens da evolução do sistema de esgoto sanitário – Bairro 13 de Julho.

5. O SOLICITANTE / PESQUISADOR RESPONSÁVEL OU PARTICIPANTE, RETRO QUALIFICADO, SE DECLARA CIENTE E DE ACORDO:

a) De todos os termos do presente instrumento, assumindo toda e qualquer responsabilidade por quaisquer condutas, ações ou omissões que importem na inobservação do presente e consequente violação de quaisquer das cláusulas abaixo descritas bem como por outras normas previstas em lei, aqui não especificadas, respondendo de forma ilimitada, irretroatável, irrevogável e absoluta perante a fornecedora dos dados e arquivos em eventuais ações regressivas, bem como perante terceiros eventualmente prejudicados por sua não observação.

b) de que os dados e arquivos a ele fornecidos deverão ser usados, guardados e preservados em sigilo e que eventual divulgação dos dados pressupõe prévia autorização e deverá ser feita em estrita observação dos princípios éticos de pesquisa resguardando-se ainda aos termos da Constituição Federal de 1988, especialmente no tocante ao direito e intimidade e a privacidade dos consultados.

c) de que as informações constantes nos dados ou arquivos a ele disponibilizados deverão ser utilizados apenas e tão somente para a execução e pesquisa do projeto acima descrito, sendo vedado o uso em outro projeto, seja a que título for, salvo expressa autorização em sentido contrário.

d) de que eventuais informações a serem divulgadas, serão única e exclusivamente para fins de pesquisa científica, sendo vedado uso de informações para publicação em quaisquer meios de comunicação de massa que não guardem compromisso ou relação científica, tais como televisão, jornais, periódicos e revistas, entre outros aqui não especificados.

6. OUTRAS CONDICIONANTES ESTABELECIDAS PELA DIRETORIA RESPONSÁVEL PELA LIBERAÇÃO DOS DADOS:

Data/Nome/Ass./Pesq. Resp. /Participante	Data/Nome/Carimbo/Ass. Diretor/ Gestor Resp./Autorização
30/12/2021	
Joyce Helly da Anunciação Soares	