

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

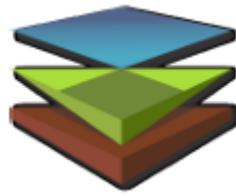
Impacto do Lançamento de Efluentes Gerados do Município de Presidente Tancredo Neves (BA) no Córrego Frizo – Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul

Iane Santos Bulhões

Serrinha - Bahia - Brasil - 2024



INSTITUTO FEDERAL
Baiano
Campus Serrinha

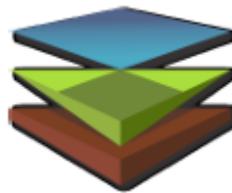


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

IANE SANTOS BULHÕES

**IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES GERADOS DO MUNICÍPIO DE
PRESIDENTE TANCREDO NEVES (BA) NO CÓRREGO FRIZO – BACIA
HIDROGRÁFICA DO RECÔNCAVO SUL.**

SERRINHA
BAHIA - BRASIL
2024



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

IANE SANTOS BULHÕES

**IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES GERADOS DO MUNICÍPIO DE
PRESIDENTE TANCREDO NEVES (BA) NO CÓRREGO FRIZO – BACIA
HIDROGRÁFICA DO RECÔNCAVO SUL.**

Exame de Qualificação apresentado ao
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Baiano, campus Serrinha,
como parte das exigências do Curso de
Mestrado Profissional em Ciências
Ambientais.

Orientador: Dr. Lucas Melo Vellame
Coorientadora: Dr. Selma Cristina da Silva

SERRINHA
BAHIA - BRASIL
2024

Bulhões, Iane Santos

B933i Impacto do lançamento de efluentes gerados do município de Presidente Tancredo Neves (BA) no Córrego Frizo – Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul/ Iane Santos Bulhões.- Serrinha, Ba, 2024.

84 p.; il.: color.

Inclui bibliografia.

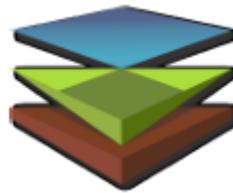
Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Ambientais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Serrinha.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Melo Vellame.

Coorientadora: Profa. Dra. Selma Cristina da Silva.

1. IQA. 2. Efluentes. 3. Qualidade da água. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano. II. Vellame, Lucas Melo (Orient.). III. Silva, Selma Cristina da (Coorient.). IV. Título.

CDU: 628.1



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

IANE SANTOS BULHÕES

**IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES GERADOS DO MUNICÍPIO DE
PRESIDENTE TANCREDO NEVES NO CÓRREGO FRIZO – BACIA
HIDROGRÁFICA DO RECÔNCAVO SUL.**

Comissão examinadora de Defesa do Curso da discente Iane Santos Bulhões

Data da defesa: 09 de dezembro de 2024

Dr. Lucas Melo Vellame
Universidade Federal do Recôncavo Baiano

Marcio Lima Rios
IFBaiano Campus Serrinha Campus Senhor do Bonfim

Igor Leonardo Nascimento Santos
Universidade Federal de Sergipe

Maria Auxiliadora Freitas dos Santos
IFBaiano Campus Serrinha

AGRADECIMENTOS

Deus, obrigada por até aqui me sustentar, por me dar força quando achei que não tinha como dar conta e por mandar anjos nos momentos certos para que o trajeto fosse mais leve.

Agradeço também os meus pais e irmãos, que foram minha base e sempre me apoiaram em todas as situações com incentivos e rede de apoio.

Lucca, meu príncipe, obrigada por ser a minha inspiração e o meu motivo de sempre seguir em frente, por ser minha companhia diária e o amor da minha vida.

Quero deixar aqui também registrado o meu agradecimento aos meus avós, por me acolherem em sua casa durante todo o processo de pesquisa. Ao meu avô, quero dizer, que vou sempre lembrar por toda preocupação de todas as vezes que eu chegava dizia: “Já deu conta de tudo?” “Vai para qual rio hoje?”, “Deixou tudo certinho aqui e lá na outra cidade”, “Essa minha neta é retada”, e por vários outros motivos.

Ao meu orientador, quero parabenizar por ser exemplo de orientação, por ter mergulhado literalmente comigo nesse projeto (inclusive em rio “poluído”), tudo pela ciência e pela busca do ensinar e aprender. Obrigada por não medir esforços e me tranquilizar quando foi preciso. Obrigada a minha coorientadora, que com maestria trouxe as correções/sugestões precisas na área da qualidade da água.

São muitas pessoas a dizer meu muito obrigado, teve quem não faltou nenhuma coleta de água (Mateus); o topografo que me acompanhou na maioria das coletas, contribuindo com informações de sua área (Jorge); quem acompanhou alguma das coletas e/ou contribuiu de forma impar para que os resultados desse trabalho chegassem até aqui (Luzi, Laís, Neilon, Thiago, Rafael, Alexandre, Marcelo, Nailton, Lorena, Nildo, Giovani, Istélio, Igor, Geovana, Rilari, Camily, Dayana e alunos).

Obrigada ao Laboratório Bahia Analítica, que teve responsabilidade técnica e incentivo a pesquisa, desenvolvendo um trabalho de qualidade com as devidas orientações de coleta e transporte das amostras.

Obrigada a gestão do governo atual de Presidente Tancredo Neves –BA por incentivar a pesquisa, ofertando ferramentas, para que esse estudo pudesse acontecer, na busca por melhorias ambientais e por cuidado com a saúde pública.

Quero parabenizar a mesa de qualificação/defesa por trazer as sugestões a este trabalho de forma leve, construtiva e com muita responsabilidade. Por fim,

agradeço ao INCITE ECONOMIA VERDE – Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável da Bahia pela ajuda fornecida.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO.....	14
2.1. OBJETIVO GERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	14
3.2. ASPECTOS JURÍDICOS SOBRE QUALIDADES DAS ÁGUAS	22
4. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA E ÁREA DE ESTUDO DO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE TANCREDO NEVES – BA.....	26
4.1. GEOLOGIA E SOLOS.....	29
4.2. CLIMA	30
4.3. ECONOMIA.....	30
4.4. SANEAMENTO BÁSICO.....	31
5. METODOLOGIA.....	33
5.1. PONTOS DE MONITORAMENTO E SUAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO.....	34
5.1.1. Elaboração de mapa da bacia do Rio Una: redes de drenagens e microbacias	37
5.2. MEDIDA DE VAZÃO.....	37
5.3. COLETA DE ÁGUA	41
5.4. AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA	41
5.5. MEDIDAS MITIGADORAS	42
6. RESULTADOS E DISCURSÕES	43
6.1. Diagnóstico da situação sanitária do córrego urbano de Frizo ao Rio do Rolo ..	43
6.2. VAZÃO – QUALIDADE DA ÁGUA	53
6.2.1. Medição de Vazão.....	53
6.2.2. Analise da qualidade da água do córrego urbano	54
6.2.2.1. Análise do Indice de Qualidade da água (IQA)	64
6.3. MEDIDAS AMBIENTAIS PROPOSTAS	69
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	72
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
Anexo	83

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização acarretou ao longo dos anos diversos avanços sociais, entretanto, a falta de planejamento dentro das cidades contribuiu com as ocupações irregulares em volta de Áreas de Preservação Permanente (APP) (Reis; Fernandes; Fernandes, 2020). Este processo de ocupação de forma crescente e desordenada tende a causar sérios impactos socioeconômicos para a população que vive as margens de córregos (Campos *et al.*, 2020) e que muitas vezes estão expostas a falta de saneamento básico. Neto e Lira (2021), afirmam que muitas pessoas acabam se submetendo a viver em locais com um elevado nível de precariedade devido ao seu baixo poder aquisitivo. Áreas urbanas às margens de rios tendem a estar em terrenos mais baixos, suscetíveis a inundações e, portanto, sofrem a desvalorização do terreno, assim são ocupadas por pessoas em situação de vulnerabilidade econômica (Fonseca *et al.*, 2014; Fia *et al.*, 2015).

Presidente Tancredo Neves, município localizado no estado da Bahia, ao longo dos anos passou por um processo de ocupação do solo desordenado em volta de um córrego urbano, denominado neste trabalho como, Córrego de Frizo, e vem recebendo carga poluidora de esgoto doméstico de forma direta (canalizações de residências) e indireta (drenagem pluvial). De acordo com a ANA (2017), neste município 48% do esgoto é coletado, entretanto, não existe qualquer tratamento.

O Córrego em questão margeia diversas residências em zona urbana, desaguando no Rio do Rolo, este último, sendo alvo de contato primário (banho) e secundário (pesca) pela população.

Diante do exposto, considerando a ausência de serviços de tratamento coletivo de esgoto sanitário no município (SNIS, 2021) e a importância da água para a humanidade e ecossistemas pode-se afirmar que é de extrema relevância a avaliação ambiental do Córrego de Frizo e Rio do Rolo. Isso, não apenas para a observação dos impactos diante da comunidade e biota local, pois, a água é um veículo rápido de transporte da poluição, podendo causar uma série de contaminação a populações ribeirinhas que vive à distâncias significativas da zona urbana avaliada.

Assim, nesse trabalho é proposto um diagnóstico ambiental quali-quantitativo atual do Córrego de Frizo até parte do Rio do Rolo.

Além das justificativas relatadas acima a relevância desse estudo se baseia também devido à ausência de estudos ambientais nessa APP urbana, bem como, a importância de avaliação dos indicadores sanitários ligados à saúde pública.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar os impactos ambientais de qualidade da água decorrentes do lançamento de efluentes no córrego urbano, Rio de Frizo, localizado no município de Presidente Tancredo Neves (BA).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o diagnóstico das condições sanitárias do Córrego de Frizo e Rio do Rolo;
- Analisar a qualidade da água do córrego urbano denominado “Rio de Frizo” e Rio do Rolo;
- Propor ações mitigadoras quanto à degradação do córrego a partir do diagnóstico estudado e dos cenários identificados;
- Elaboração de um folder educativo sobre o estudo com foco na Educocomunicação.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

As águas podem transportar vários tipos de impurezas físicas, químicas e biológicas, conferindo informações importantes sobre a qualidade da água. O monitoramento da água possibilita identificar quais as formas de recuperação ambiental são necessárias a cada localidade e assim reduzir não apenas poluição/contaminação, mas também os custos com tratamento de água para o abastecimento humano. Assim, foram elencados abaixo os parâmetros utilizados para identificação de Índices de Qualidade da Água e demais análises para subsidiar este estudo.

- **Turbidez**

A turbidez é o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. A atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (argila, areia, silte, algas, detritos, etc) (Bezerra *et al.*, 2015). Nos

corpos d'água a presença de sólidos em suspensão causa a turbidez e confere turvação a água, podendo reduzir a atividade fotossintética, que é a principal forma de oxigenação das águas (Araújo, 2013).

A principal fonte de turbidez na água é a erosão dos solos. Essa turbidez aumenta em época de chuvas, quando quantidade significativa de material sólido são transportados junto as águas pluviais para os corpos hídricos. Entretanto, as atividades de mineração, lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são responsáveis por causar aumento da turbidez na água (Bezerra *et al.*, 2015).

Turbidez de origem natural não resulta em inconvenientes sanitários de forma direta, entretanto, pode ser desagradável esteticamente do ponto de vista da potabilidade da água, podendo os sólidos em suspensão ser benéfico aos microrganismos patogênicos, pois servem de abrigo para os mesmos, evitando a sua eliminação no processo de desinfecção. Já do ponto de vista antropogênico, a turbidez pode estar associada a organismos patogênicos e a compostos tóxicos (Von Sperling, 2014).

- **Sólidos Totais**

Os Sólidos Totais (ST) correspondem a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou na calcinação da amostra de água durante um tempo a uma determinada temperatura (ANA, 2015). São resultado da soma dos Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e Sólidos Suspensos Totais (SST) (Gandu, 2017).

Os ST, SST e SDT, são constituídos de Sólidos Fixos (SF) e Sólidos Voláteis (SV) (**Figura 1**). Sendo, Sólidos Fixos (SF) o material que fica após o aquecimento a $500 \pm 50^{\circ}\text{C}$, e volatização da fração orgânica que representa os Sólidos voláteis. A razão entre SV e SF é muito utilizada para caracterizar à quantidade de matéria orgânica em corpos hídricos (Tchobanoglous, 2003).

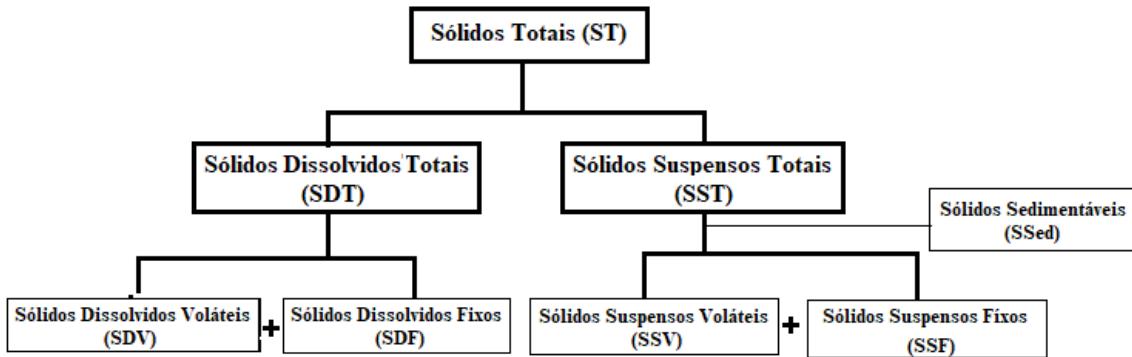


Figura 1: Resíduos sólidos totais. **Fonte:** Adaptado de Tchobanoglous; Burton; Stensel (2003).

Os SST representam o material que fica retido no filtro de 0,45 µm de porosidade após a filtração (material não filtrável) (Apha *et al.*, 1999). Possui importância em relação ao transporte de matéria orgânica e contaminantes entre ambientes, coluna d'água e os sedimentos (Goñi *et al.*, 2005). Além de serem responsáveis pelo aumento da turbidez e redução de penetração de luz no meio aquático, afetando a produção primária do meio. Em concentrações altas pode indicar despejo de efluentes domésticos (Epa, 2001). Já os SDT são os resíduos filtráveis que atravessam um filtro de 0,45 µm de porosidade, tendo a sua concentração normalmente proporcional a salinidade e condutividade elétrica da água (Baumgarten; Pozza, 2001).

Os resíduos sólidos quando depositados nos leitos de rios ou demais corpos hídricos tendem a causar o assoreamento, processo que tende a gerar problemas, como por exemplo, o aumento da probabilidade de gerar enchentes, visto que reduz a seção do rio e; possíveis danos à vida aquática. Isso porque ao se depositarem no leito eles podem destruir organismos que vivem nos sedimentos e que servem de alimento para demais organismos, podendo também danificar os locais de desova de animais marinhos, como os peixes (ANA, 2015).

Áreas que possuem maior percentual de agricultura tendem a ter valores de sólidos totais maiores, por serem ambientes pela exposição do solo, proporcionam carreamento de partículas para corpos hídricos (Souza; Gastaldini, 2014).

- **Temperatura**

A temperatura influencia as características químicas e biológicas do corpo hídrico. A cada 10 C° de aumento da temperatura, a velocidade da reação química duplica, acelerando as reações relacionadas as atividades microbianas (reações

bioquímicas). Trata-se também de um dos fatores que governam a interdependência e a existência de espécies aquáticas e organismos (Tucci, 2004).

O aumento da temperatura pode ser natural por processos geotérmicos, variações sazonais da temperatura ambiente e da insolação; e da redução de vazão; e também antropogênicos diretos, pelo lançamento de efluentes com temperatura diferente daquele do corpo receptor e, pelo calor liberado na oxidação dos poluentes lançados; ou indiretamente, pelo represamento de corpos hídricos e desmatamentos em volta da área de drenagem (Percebon; Bitencourt; Filho, 2005).

- **Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica (CE) consiste na capacidade da água conduzir corrente elétrica. Este parâmetro relaciona-se a presença de íons (partículas carregadas eletricamente) presentes na água, sendo, que quanto maior a sua quantidade, maiores serão os valores de CE na água (Palma-Silva, 2006).

O regime pluviométrico influência a CE de corpos hídricos, sendo essa relação inversamente proporcional, ou seja, quanto maior índice pluviométrico, menores resultados de CE (Baumgarten; Pozza, 2001).

A CE não possui a característica de determinar de forma específica quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, entretanto, possibilita relacionar possíveis reconhecimentos de impactos ambientais advindos da bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, esgotos, mineração, etc (Palma-Silva, 2006). A CE tende a aumentar à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados a água e valores altos podem indicar características corrosivas a água (CETESB, 2016). Geralmente, valores superiores a $100 \mu\text{S cm}^{-1}$, indicam ambientes impactados CETESB (2014). A temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas são fatores determinantes na variação da CE (Palma-Silva, 2006).

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio Dissolvido (OD)**

A DBO e OD são os principais parâmetros para avaliação da qualidade ambiental das águas. A DBO indica a quantidade de OD necessário à decomposição da matéria orgânica, para que os microrganismos aeróbicos consigam degradar/estabilizar determinado composto (Lima *et al.*, 2020). Sendo assim, a análise

de OD é considerada também fundamental, pois mantém as condições aeróbicas de um curso d'água, e possibilita a sobrevivência de animais marinhos, como peixes, além dos microorganismos aeróbicos supracitados. Observando o disposto acima, é possível identificar a relação inversamente proporcional entre os parâmetros DBO e OD. Logo, quanto maior for a poluição de um curso d'água, maior a tendência de aumento da concentração de DBO e menor da concentração de OD.

Como se sabe, uma amostra de água com 10 mg/L de DBO, será necessário 10 mg de OD para estabilizar a quantidade de matéria orgânica biodegradável em um total de 5 dias a uma temperatura de 20 C° em 1 litro de amostra de água (Libânio, 2008).

O OD é vital para a vida aquática aeróbica e a sua origem natural, ocorre através da dissolução do oxigênio atmosférico e pela produção dos organismos fotossintéticos (Von Sperling, 2014). De acordo com Libânio (2008), a concentração de OD na água é diretamente proporcional a pressão atmosférica e a velocidade da água; e sendo assim, inversamente proporcional a altitude, e a temperatura é inversamente proporcional ao OD. Em cidades com altitude ao nível do mar, o corpo hídrico apresenta concentrações OD mais elevadas que em regiões montanhosas. Outro fator que também interfere nos valores de OD é a salinidade da água, ou seja, a água do mar em mesmas condições de temperatura e altitude que águas doces apresentará menor concentração de OD. Ainda por razões naturais um curso d'água de velocidade mais elevada contribui com o aporte de oxigênio dissolvido advindo da atmosfera (Libânio, 2008).

As perdas de oxigênio das águas podem ser de origem natural pela: respiração de organismos aquáticos, perdas para a atmosfera, oxidação de íons e mineralização da matéria orgânica (Libânio, 2008).

Como forma de reintrodução de OD no meio aquático, podem ser utilizadas tecnologias de tratamento de água, como por exemplo os aeradores artificiais. O OD é um parâmetro importante que caracteriza efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos e é fundamental para caracterização de corpos d'água (Von Sperling, 2014).

A solubilidade do OD na água varia de acordo com a temperatura e altitude. Assim, a concentração de saturação de OD na água, ao nível do mar, em

temperaturas de 20 C° é de 9,2 mg/L. Quando os valores de OD se encontram acima da saturação, indica a presença de algas (fotossíntese) no corpo hídrico e muito abaixo de matéria orgânica, possivelmente decorrente de lançamentos de esgotos (Von Sperling, 2014). A concentração de OD é importante para a manutenção da vida aquática, sendo assim, concentrações iguais ou menores que 5 mg/L, já impacta negativamente o ecossistema aquático (**Quadro 1**).

Quadro 1: Situação que ocorre nos corpos d`água em função da OD.

Concentração de OD (mg/L)	Situação
4 - 5	Mortalidade de peixes mais exigentes
>4	Sobrevivência de espécies piscícolas
2-4	Manutenção de vida aquática aeróbica, entretanto, a sobrevivência de cada tipo de espécie, vai depender do grau de exigência de cada organismo
2	Praticamente nenhum peixe sobrevive
0	Ambiente anaeróbio – morte do rio

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2014) e Libânia (2008).

- **Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O pH indica a concentração de íons hidrogênio H⁺, que identificar condições de acidez, neutralidade e alcalinidade de determinada amostra de água analisada (Von Sperling, 2014).

As medidas de pH são de importância significativa, pois conseguem fornecer informações relevantes a respeito da qualidade da água. As vezes as águas superficiais são ligeiramente alcalinas, possivelmente, devido à presença de carbonatos e bicarbonatos e essa variação pode ser refletida devido o tipo de solo por onde essa amostra de água percorre (Palma-Silva, 2006). As águas naturais podem apresentar diferentes valores de pH, que podem variar com as características de cada solo (CETESB, 1991).

Valores altos de pH podem também estar associados a grande produção de algas (Von Sperling, 2014). Em dias ensolarados, em lagos por exemplo, o pH pode atingir 9 ou mais, devido as algas realizarem fotossíntese, retirando bastante o gás carbônico (CO₂), principal fonte natural de acidez da água. Geralmente uma medida de pH bastante ácido ou bastante alcalino está associação à presença de despejos industriais (Palma-Silva, 2006).

O CO₂ pode ser absorvido pela atmosfera ou até mesmo, proveniente da decomposição da matéria orgânica (Von Sperling, 2014), que produz ácidos orgânicos e carbônicos (Fia *et al.*, 2015).

As águas superficiais apresentam pH entre 6,0 a 8,5, sendo este, um intervalo ideal para a vida aquática (Libânio, 2008). As águas doces devem apresentar pH entre 6 e 9 (Brasil, 2005). Quando as águas apresentam pH maior que 8,2 não possui CO₂ livre; entre 4,5 e 8,2, resulta em uma acidez carbônica e abaixo de 4,5, a acidez, deve-se a ácidos minerais forte (comumente relacionada a despejos industriais) (Von Sperling, 2014). Para Martins e Souza (2022), valores de pH abaixo de 5, indica acidez, e pode provocar mortalidades; entre 9 e 10 podem ser prejudiciais em certas ocasiões e; acima de 10 são consideradas letais para a grande maioria dos peixes.

O pH não tem interferência na saúde pública, contudo em caso de valores muito baixos ou elevados pode provocar irritação nos olhos ou na pele (Von Sperling, 2014). Sobre os ecossistemas aquáticos, a influência do pH dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diferentes espécies. Os efeitos indiretos podem, em determinadas condições de pH, contribuírem na precipitação de elementos químicos que são tóxicos, como os metais pesados. O Ph interfere também em outras condições como nos efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. O Ph medido entre a faixa de 6 e 9 é considerado critério de proteção à vida aquática (CETESB, 2018).

- **Nitrogênio (N) de Fósforo (F)**

Nos cursos d'água a presença de N é indicativo de poluição orgânica (Souza; Gastaldini, 2014). Do ponto de vista sanitário, esse nutriente, quando lançado na água, contribui para a proliferação de microrganismos, podendo aumentar a DBO do ecossistema aquático (Palma-Silva, 1999).

O N no meio aquático pode ser encontrado em diferentes formas como: molecular (N₂), onde é possível, que o mesmo desnitrifique; orgânico (Norg), amoniacial (N-NH₃ ou N-NH₄⁺), nitrito (N-NO₂⁻) e nitrato (N-NO₃⁻). No que diz respeito a saúde pública, o N-NO₃⁻, está associado a doença denominada metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul), que acomete bebês, dificultando o transporte de oxigênio no sangue, já o metabolismo dos adultos impede a oxidação do nitrito em nitrato (Libânio, 2008). Na forma de amônia livre (N-NH₃) é tóxico aos

peixes. As conversões amônio a nitrito e deste a nitrato a nitrificação implica no consumo de OD da água (Von Sperling, 2014).

O N é capaz de fornecer informações do estágio de poluição da água, a partir da sua forma predominante. O N na sua forma orgânica ou de amoniacial são indicativos de poluição recente e quando predominante na forma de nitrato indica poluição mais remota (Von Sperling, 2014).

O fósforo pode se apresentar no meio aquático nas formas de ortofosfatos, polifosfato e fósforo orgânico, originado de compostos do solo (dissolução) além da decomposição da matéria orgânica (Libânio, 2008).

Segundo Von Sperling (2014), a origem do fósforo em corpos hídricos é proveniente de despejos domésticos, industriais, excrementos animais, fertilizantes e detergentes, entretanto, este parâmetro também é proveniente origem natural, da dissolução de compostos do solo e da matéria orgânica. Quando presente nos corpos d'água, se deve ao uso urbano ou agrícola da água. O fósforo presente nos recursos hídricos tem como principal agente o uso urbano da água, e em segundo lugar o uso agrícola do solo (Sharpley; Rekolainen, 1997).

O fósforo não é considerado um problema de ordem sanitária em águas de abastecimento, sendo ele, indispensável para o crescimento de algas, porém, em altas concentrações em ambientes lênticos (lagos e represas) resulta na eutrofização por ser um nutriente fundamental para o crescimento das algas e das macrófitas aquáticas (Von Sperling, 2014).

- **Coliformes Termotolerantes**

São micro-organismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, produzindo gás. As bactérias termotolerantes são representadas pelos gêneros em maior monta da *Escherichia*, e menores percentuais pelos *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*. Estes dois últimos podem ser encontrados em locais não poluídos (água, solo e planta), representando entre 3 e 4% em fezes humanas e 3 a 8% em fezes animais (Libânio, 2008). As três últimas podem estar presentes em águas com alto teor de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição. Podem ser encontrados igualmente em águas de regiões tropicais ou sub-tropicais, sem qualquer poluição evidente por material de origem fecal. Porém, sua presença em águas de regiões de clima quente indica a possibilidade da presença de micro-organismos patogênicos. A *E.Coli* é de

origem exclusivamente fecal, estando sempre presente em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal, assim usadas para avaliação da qualidade das águas (CETESB, 2016).

Os coliformes termotolerantes – CT são indicadores de contaminação fecal da água recente (Bettega, 2006). De acordo com Libâno (2008), a *Escherichia coli* pode sobreviver na água até 90 dias e possui como principal doença a gastroenterite. Os CT quando detectados corresponde, quase que diretamente, à contagem do microorganismo de *Escherichia coli* (Gava; Silva; Gava, 2008).

3.2. ASPECTOS JURÍDICOS SOBRE QUALIDADES DAS ÁGUAS

O início da gestão de recursos hídricos no Brasil se deu com o Código das Águas, em 10 de julho de 1934, considerado o marco histórico regulador dos procedimentos de uso e controle da água, visto, que antes não existia um instrumento legal para abranger isoladamente conceitos de gestão de águas no país (Nunes, 2020).

Em 1981 a Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA cria o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), que tem como órgão consultivo e deliberativo o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, cuja finalidade é de assessorar, estudar e propor, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e, deliberar, observando a sua competência, a partir de normas os padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida (Brasil, 1981).

O Enquadramento de corpos hídricos, surge então como um instrumento de qualidade da água, estabelecendo o nível da qualidade para ser mantido ou alcançado, baseado não apenas no seu estado atual, mas de acordo com a qualidade que se pretende atingir para atender às necessidades dos usos da comunidade (Brasil, 2005).

Sobre o histórico de enquadramento dos corpos de água no Brasil segue o quadro abaixo.

Quadro 2: Base legal sobre enquadramento dos corpos d'água no Brasil.

ANO	Observação
1976	As classificações das águas no Brasil tiveram o seu primeiro instrumento normativo através da Portaria MINTER/GM n° 013 do Ministério do Interior.
1984	O CONAMA através da Resolução n°03 , determina à sua secretaria executiva que realize estudos sobre o assunto e apresente proposta de resolução reformulando a Portaria G.M.013.
1986	É publicada a Resolução CONAMA n° 020 que estabeleceu a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional, com os art 26 a 34, relacionados à balneabilidade, durante quase 20 anos.
2000	É publicada a RESOLUÇÃO/CNRH/nº 12 , estabelecendo os procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes.
2005	A Resolução CONAMA n°357 revoga e substitui a CONAMA 020.
2011	A Resolução CONAMA n° 430 complementa e altera a Resolução nº 357.

Fonte: Adaptado de Sirhesc, 2023.

Em 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a qual cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, não revoga o Código de águas, entretanto, altera alguns princípios fundamentais (Nunes, 2020). A referida política, visa assegurar os exercícios de direto ao acesso da água e o controle quantitativo e qualitativo dos seus usos e é através de seus fundamentos, objetivos diretrizes e instrumentos que contribui para o controle da poluição das águas.

- **Classificação dos Corpos Hídricos – CONAMA 357/05**

A Resolução CONAMA n° 357, (Brasil, 2005), dispõe sobre a classificação dos corpos de água e traz diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Porém, esta resolução transferiu as condições de lançamento para a Resolução n° 430/2011.

A referida resolução classifica as águas do território nacional segundo a salinidade como: doces, salobras e salinas, e, para cada tipo de água existe uma classificação segundo os usos preponderantes.

As águas doces são classificadas como: classe especial; classe 1; classe 2; classe 3 e classe 4. O enquadramento dos corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul (BHRS) classifica o Rio Piau, (RU 3) que tem um dos seus afluentes

o Rio do Rolô (último córrego com ponto de monitoramento deste estudo), em classe II (**Figura 2**).

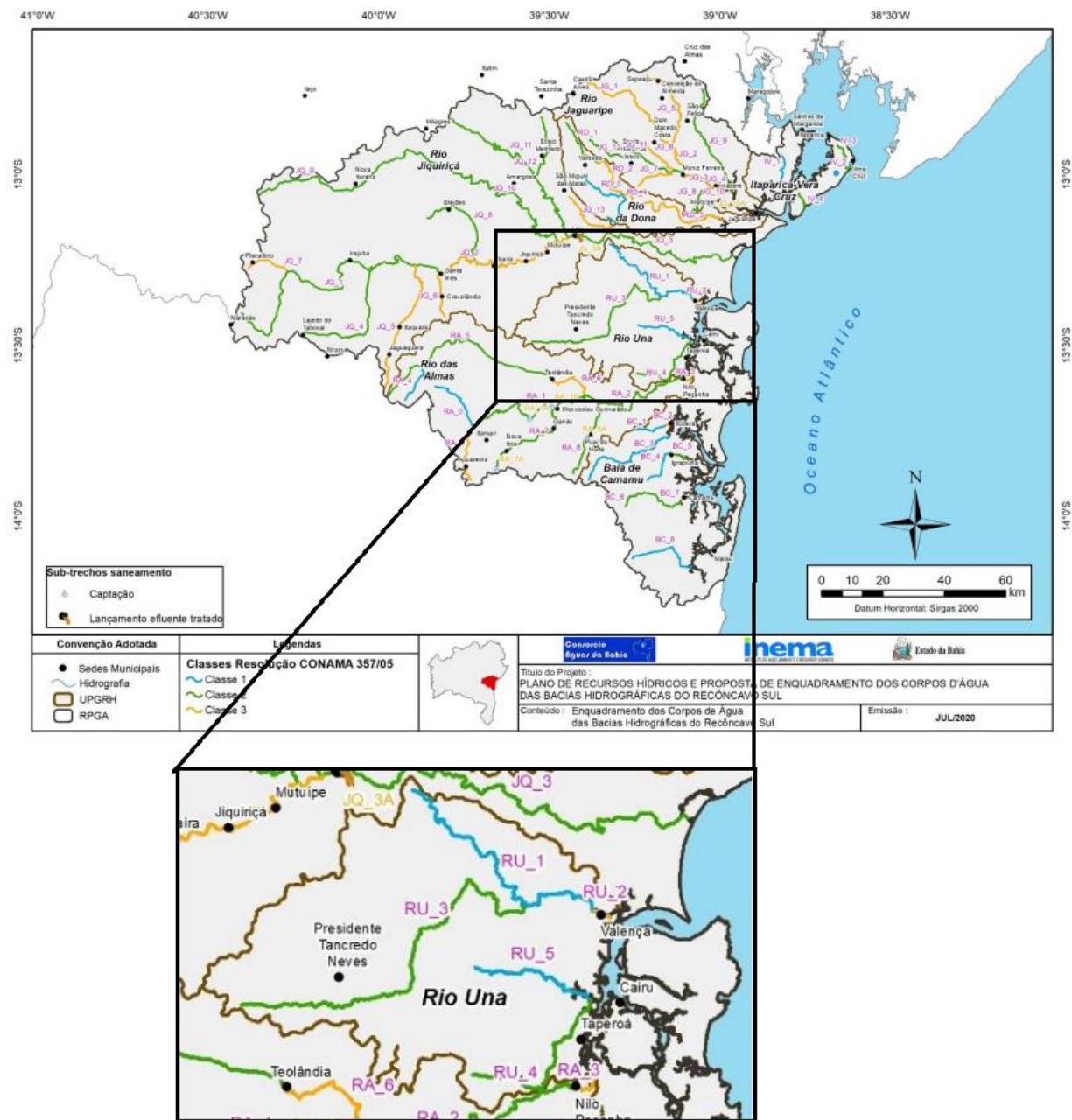


Figura 2: Enquadramento de água da bacia do Recôncavo Sul. **Fonte:** Adaptado do PBHRS, (2018).

Como o Rio do Rolo é afluente do Rio Piau, e o Córrego de Frizo, afluente do rio do Rolo, ambos devem ser considerados de classe II, por não possuírem enquadramento e, também, pela impossibilidade de ter qualidade inferior ao Rio Piau para não alterar a sua classificação.

Na **Tabela 1** é possível identificar os valores de referência máximos permitidos para córregos/rios enquadrados como Classe II.

Tabela 1: Valores de referência permitidos (VMP) para rios enquadrados em Classe II – CONAMA 357.

PARÂMETRO		(VMP)	Und
FÍSICO	Turbidez	100	Unidade
QUÍMICO	pH	6-9	
	DBO	até 5 de OD (DBO 5 dias a 20°C)	mg/L O ₂
	OD	Não inferior a 5	mg/L O ₂
	Fósforo total	<0,1	mg/L P
	Ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários	(Valor máximo permitido)	
BIOLÓGICO	Nitrogênio	-	
	CT (contato secundário)	Até 1.000	(NMP/100 mL)

Fonte: Adaptado do Brasil, (2005).

Os coliformes termotolerantes devem possuir limite máximo de 1000 por 100 mililitros em 80% das amostras, no período de seis amostras em um ano de frequência bimestral para atividades que não sejam de contato primário, ou seja, usos da água associados a atividades de proximidade esporádica ou acidental, como, a pesca e navegação, onde a possibilidade de ingestão da água é pequena (Brasil, 2005). Para atividade de contato primário, ou seja, aquela onde a água é utilizada de forma direta e prolongada (natação e mergulho), com probabilidade elevada de ingestão de água, deve-se observar os padrões de balneabilidade na Resolução CONAMA nº 274 (Brasil, 2000).

O **Quadro 3** mostra a classificação da qualidade da água em categorias segundo a concentração de Coliformes Termotolerantes (CTer).

Quadro 3: Classificação da balneabilidade dos corpos d'água segundo a resolução CONAMA 274.

CATEGORIA		Coliformes Termotolerantes (CTer)
Própria	EXCELENTE	80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, <u>250</u> CTer/100 ml
	MUITO BOA	80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 CTer/100 ml
	SATISFATÓRIA	80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 CTer/100 ml
Imprópria		<p>a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;</p> <p>b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 CTer</p> <p>c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;</p> <p>d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;</p> <p>e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;</p> <p>f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;</p> <p>g) outros fatores que contra-indique</p>

Fonte: BRASIL (2000).

4. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA E ÁREA DE ESTUDO DO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE TANCREDO NEVES – BA

O município de Presidente Tancredo Neves está localizado a uma altitude de 253 metros, Latitude $-13^{\circ}27'14''$ Sul e Longitude $39^{\circ}25'15''$ Oeste (Cidade Brasil, 2021) e, pertence a Região de Planejamento e Gestão das Águas do Recôncavo Sul RPGA IX, juntamente com mais 54 municípios. Dentro dessa Região de Planejamento e Gestão das Águas - RPGA, microbacias da bacia do Rio Una são destaque desse estudo, estando localizadas na Região do Atlântico Leste, na Bahia (INEMA, 2018) (Figura 3).

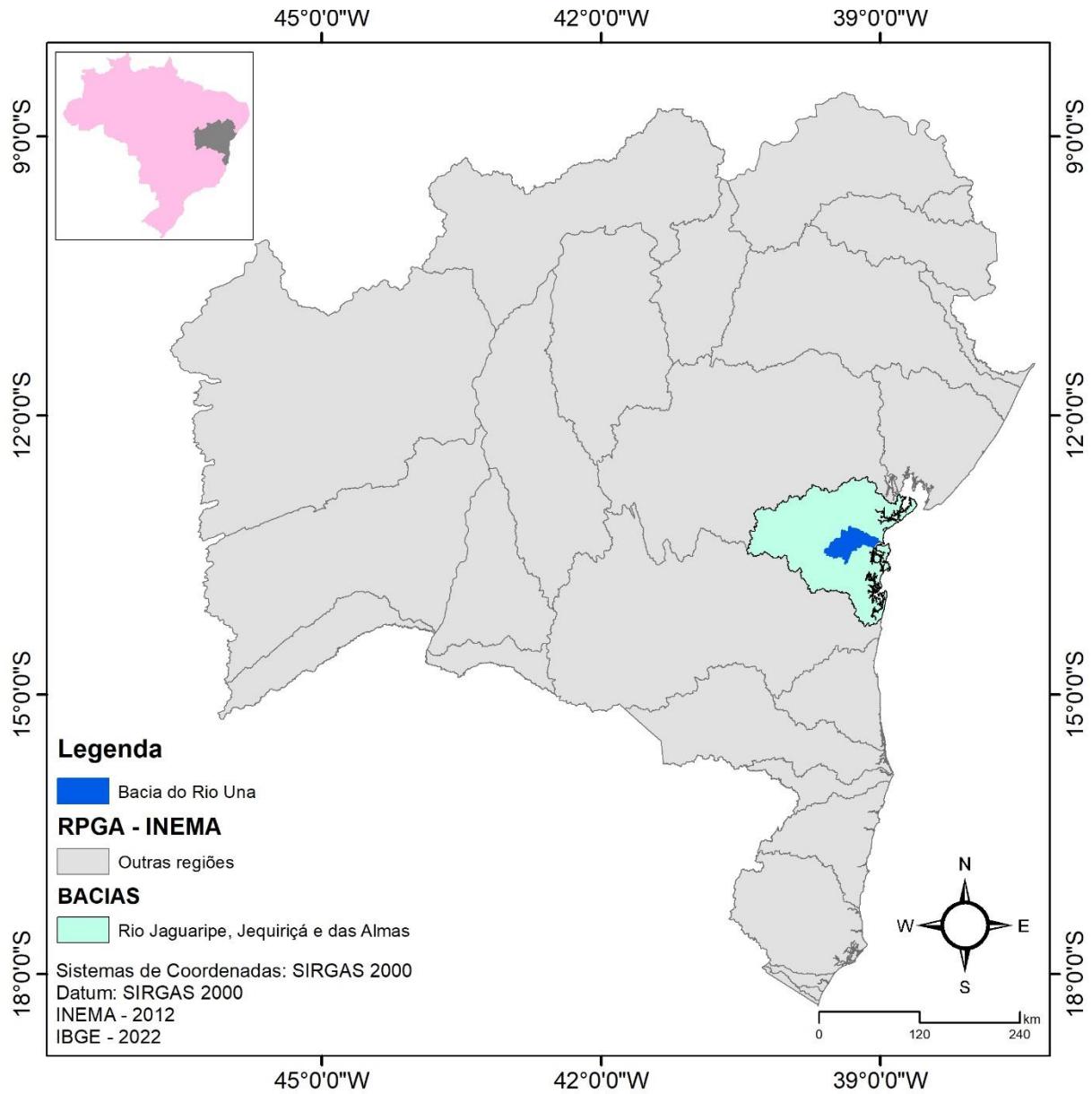


Figura 3: Localização da Bacia do Rio Una na RPGA IX do Recôncavo Sul no estado da Bahia. **Fonte:** Própria autora, 2024.

As bacias formadoras da RPGA do Recôncavo Sul desaguam no Oceano Atlântico, que tem como principais corpos d'água receptores os rios: Jaguaribe, Jequiricá, Almas e Una pertencentes a esta RPGA (Silva, 2016). Este último, recebe as vazões das águas da microbacia do Córrego de Frizo e Rio do Rolo, objetos deste estudo. A primeira microbacia estudada possui nascente na zona urbana de Presidente Tancredo Neves-BA, formando um córrego urbano, que desagua no Rio do Rolo (segunda microbacia estudada) – afluente do Rio Piau – afluente do Rio Una, que tem foz no Oceano Atlântico. O principal canal fluvial que estrutura a bacia

hidrográfica do Rio Una, encontra-se em uma das sete Unidades de Planejamentos (UPGRHs) da RPGA IX (Silva, 2016).

A bacia hidrográfica do Rio Una (BHRU) com área de 1390 km², possui três principais rios tributários (Piau, Una Mirim e do Braço) do rio principal (Una) englobando cinco municípios (Valença, Presidente Tancredo Neves, Mutuípe, Laje e Teolândia) (Matos, 2017). Ressalta-se que a Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul (BHRS) está inserida em sua maior parte nos Territórios de Identidade do Baixo Sul e Vale do Jiquiriçá e no setor Centro-Leste da Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul, compondo a Bacia do Leste num contexto estadual e regional (Andrade, 2011).

Entre os municípios com rios tributários da bacia do Rio Una, Presidente Tancredo Neves (PTN) é o terceiro maior em área territorial, ficando atrás de Valença e Laje e, o segundo com maior população, entretanto, possui 57,929 habitantes a menos que a cidade de Valença (**Tabela 2**).

Tabela 2: Dados demográficos dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do Rio Una com Rios Tributários.

Municípios	Área Total do Município (Km ²)	Densidade demográfica (hab/Km ²)	População
Valença	1.123,97	76,21	85.655
Laje	449,83	46,80	21.052
Presidente Tancredo Neves	441,82	62,75	27.726
Mutuípe	289,78	52,91	15.332
Teolândia	275,85	72,64	20.037

Fonte: Adaptado do IBGE, 2022.

A partir da sobreposição do mapa da hidrografia da bacia do Rio Una (IBGE, 2017) com os limites territoriais (IBGE, 2022) foi possível obter a área e a porcentagem que cada município possui dentro da bacia do Rio Una. Observou-se que o município de Valença possui a maior extensão (52,856%), seguido de Presidente Tancredo Neves (36,27%), Mutuípe (6,385%), Laje (4,207%) e Teolândia (0,491%). O município de Taperoá, apesar de não possuir tributários do Rio Una, tem uma pequena área de contribuição dentro da bacia (0,034%) (**Tabela 3**).

Tabela 3: Distribuição percentual dos municípios que estão inseridos na região fisiográfica da bacia do Rio Una.

Municípios / Bacia Rio Una	Área de contribuição do município na bacia (Km ²)	Percentagem da área de contribuição do município na bacia (%)
Valença	635,10	52,856 %
Presidente T. N.	432,88	36,27 %
Mutuípe	76,72	6,385 %
Laje	50,55	4,207 %
Teolândia	5,89	0,491 %
Taperoá	0,411	0,034%

Fonte: Adaptado do IBGE, 2022.

Os municípios de Valença e Presidente Tancredo Neves são os que possuem maior área de influência hídrica (**Tabela 3**).

4.1. GEOLOGIA E SOLOS

A área central da bacia do Rio Una é ocupada pelo embasamento cristalino com ocorrência de rochas metamórficas e sedimentares na província geológica do São Francisco Norte (Andrade, 2011).

Os solos identificados no Rio Una são em maior porcentagem o Latossolo Amarelo (LA), seguido por Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) e em menores quantidades o Gleissolo Sálico (GS) e Espodossolo Ferrocárbico (ES). Já na área de estudo, que compreende o Córrego de Frizo e o Rio do Rolo, basicamente, apenas o Latossolo amarelo. Vale salientar, que o “latossolo” em estado natural possui grande estabilidade e resistência a erosão (Rankings, 2015).

No Município de Presidente Tancredo Neves-BA, a geografia é marcada por rochas do tipo Biotita-Gnaisses, Gnaisses e Rochas Intermediárias Básicas (SGM, 1994). A geologia da região é composta por rochas Biotita-Gnaisses rica em potássio, silicato de alumínio, ferro e magnésio; Gnaisses de composição de quartzo, mica e feldspatos; e Rochas Intermediárias Básicas. O bioma é a Mata Atlântica de vegetação predominante Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2007).

4.2. CLIMA

O clima da região é classificado como Af – clima tropical chuvoso com inverno úmido, segundo classificação de Koppen (Alvares *et al*, 2012) e a precipitação anual varia entre 1200 a 2000mm (INEMA, 2018).

A cidade de Presidente Tancredo Neves possui uma pluviosidade significativa ao longo do ano, com pluviosidade média de 68 mm no mês mais seco (setembro) e máxima de 104 mm (novembro) (Climate-Data, 2021). As diferenças de pluviosidade entre o mês seco e o chuvoso, é apenas de 36 mm.

A média pluviométrica anual é de 1038 mm e a temperatura média é de 24,8 C°, sendo março o mês mais quente do ano e julho com temperaturas médias mais baixa, de 20,9° C° (Climate-Data, 2021).

Os dados climatológicos do município de Presidente Tancredo Neves BA podem ser observados na **Figura 4**.

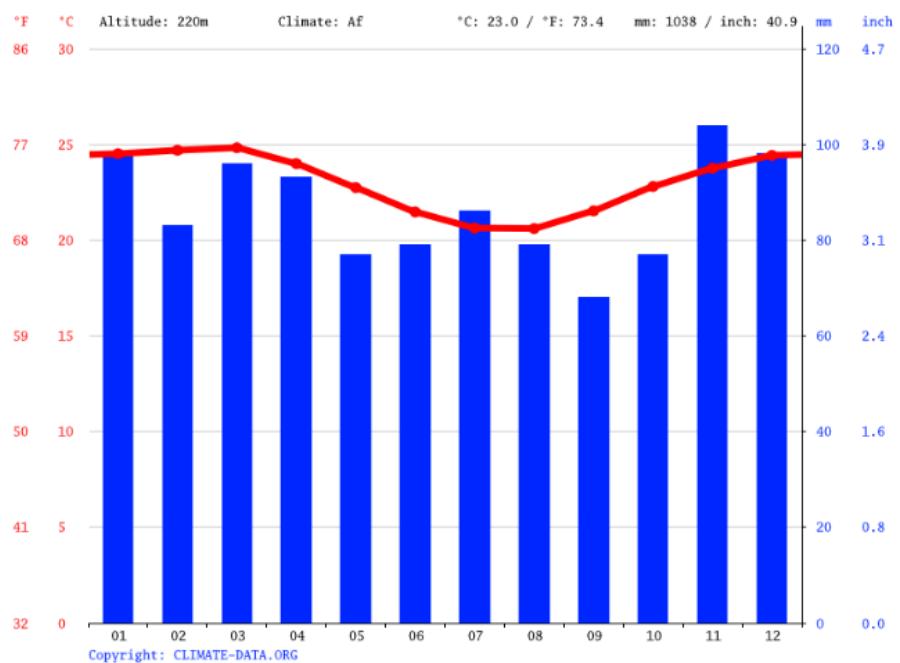


Figura 4: Temperatura (C°) e Precipitações Médias (mm) do município de Presidente Tancredo Neves – BA dos anos 1991 a 2021. **Fonte:** Climate-data (2021).

4.3. ECONOMIA

Em 2021, segundo o IBGE, o PIB per capita do município de Presidente Tancredo Neves era de 11.967,89, tendo como principal fonte de economia a agricultura, com produtos comercializados tanto na feira local, como no comércio da

região (PMPTN, 2017). Ainda em 2021, o município de Presidente Tancredo Neves foi o quinto maior produtora de Guaraná; o sexto de Urucum; o sétimo maior de banana e o oitavo maior de cacau (IBGE, 2021) (**Tabela 4**).

Tabela 4: Ranking dos municípios baianos maiores produtores de banana, cacau, semente de guaraná e urucum.

BANANA (CACHO)		CACAU (AMÊNDOA)		GUARANÁ (SEMENTE)		URUCUM	
CIDADES	Prod (Ton)						
Bom Jesus da Lapa	186028	Ilhéus	8671	Ituberá	480	<u>Valença</u>	447
Wenceslau Guimarães	49876	Wenceslau Guimarães	7884	Taperoá	351	Teixeira de Freitas	286
Teolândia	38938	Ibirapitanga	7656	<u>Valença</u>	272	Prado	270
Juazeiro	33242	Gandu	5016	Camamu	217	Porto Seguro	178
Ibipeba	25872	Teolândia	4584	Pres. Tancredo Neves	124	Taperoá	96
<u>Valença</u>	24000	URUÇUCA	4363	-	-	Pres. Tancredo Neves	92
Pres. Tancredo Neves	23520	Itacaré	4199	-	-	Camamu	79
CURAÇA	22420	Pres. Tancredo Neves	4060	-	-	Alcoçaba	77

Fonte: Adaptado do IBGE, 2021.

A cidade de Presidente Tancredo Neves, também possui atrativo turístico, trazendo pessoas de outras regiões devido as cachoeiras que possui, o que possibilita incrementar na renda do município (PMPTN, 2017).

4.4. SANEAMENTO BÁSICO

O município está inserido na Microrregião de Saneamento Básico (MSB) Litoral Sul e Baixo Sul, e possui o plano Regional de Saneamento Básico, que contempla os seguimentos do saneamento: abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana, finalizado no ano de 2021 (PRSB, 2021). O referido plano, cita o Córrego de Frizo como corpo hídrico natural de Presidente Tancredo Neves, entretanto, não relata monitoramento e avaliações de análises de água deste ou outro corpo hídrico dentro dos limites territoriais, mesmo após afirmar a existência de lançamento de esgoto através de redes de água pluvial.

A situação atual de coleta e tratamento de esgoto nos municípios que possuem rios tributários ao Rio Una pode ser observada na **Tabela 5**.

Tabela 5: Situação atual da coleta e tratamento de esgoto nos municípios que possuem rios tributários na bacia do Rio Una.

Município	Índice de esgoto Coletado (ANA, 2017)	Índice de esgoto Tratado (ANA, 2017)	Índice de esgoto Coletado (SNIS 2021)	Índice de esgoto Tratado (SNIS 2021)
Valença	90%	2%	80%	0%
Pres.Tanc. Neves	48%	0%	Não informado	Não informado
Teolândia	51%	0%	Não informado	Não informado
Laje	66%	100%	55,41%	100%
Mutuípe	89%	75%	77,39%	100%

Fonte: Adaptado de Atlas esgoto (ANA, 2017), *apud*, PRSB, (2021); Adaptado do SNIS, 2021.

Nota-se, que entre os municípios com maior influência de área na bacia do Rio Una, Presidente Tancredo Neves e Valença, possuem dados bastante preocupantes em relação a ausência e/ou baixo percentual de tratamento de esgotamento sanitário (**Tabela 5**). Assim, os 48% de esgoto coletado em Presidente Tancredo Neves, possivelmente, é lançado a céu aberto no solo ou diretamente nos corpos d`água. Os municípios com situação melhor são Mutuípe e Laje.

Na **Tabela 6**, nota-se, que Presidente Tancredo Neves e Mutuípe são os municípios com maior taxa de cobertura de coleta domiciliar urbana. Presidente Tancredo Neves, possui coleta de resíduos sólidos para todos os bairros que margeiam o Córrego de Frizo em Zona Urbana. A taxa de cobertura populacional urbana de coleta seletiva porta a porta no referido município é de 50,24% (SNIS, 2021). A coleta seletiva iniciou formalmente no município em 2019 através uma cooperativa de catadores contratada pelo serviço público (SNIS, 2019).

Tabela 6: Taxa de cobertura populacional urbana de coleta domiciliar de resíduos sólidos e de coleta seletiva dos municípios com rios tributários da bacia do Rio Una.

Município	-Taxa de cobertura-		-Taxa de cobertura – Coleta Seletiva (porta-a-porta) Zona Urbana. 2021
	Coleta domiciliar (porta a porta) Zona Urbana	2021	
Valença	99,35%		Não informado ou não possui
Pres.Tanc. Neves	100%		50,24%
Teolândia	Não informado		Não informado ou não possui
Laje	90,48%		Não informado ou não possui
Mutuípe	100%		Não informado ou não possui

Fonte: SNIS, 2021.

A falta de saneamento adequado aumenta a incidência de doenças transmitidas através da água contaminada, a citar: cólera, diarreia e hepatite A (Barros *et al.*, 2018). Segundo a Organização Mundial de Saúde (2021), o acesso a serviços de saneamento adequados contribui com a redução de até 50% do risco de infecções diarreicas. Estudos têm comprovado, que melhorias quanto ao saneamento básico estão diretamente relacionadas à redução da morbidade e mortalidade por doenças infecciosas (Hunter *et al.*, 2020).

5. METODOLOGIA

O município de Presidente Tancredo Neves se encontra, a, aproximadamente, 257Km da capital baiana (Google Maps, 2022), sendo uma das 14 cidades que compõe a região do baixo sul (CGMA, 2015). Sua área territorial compreende 441,820 km², a população estimada é de 28.272 habitantes, estando inserido dentro do bioma da Mata Atlântica e dentro da Bacia do Recôncavo Sul (IBGE, 2021). A Área de Preservação Permanente (APP) Urbana conhecida como Córrego de Frizo, cuja vazão escoa para o Rio do Rolo, ambos objetos desse estudo, estão localizados no mesmo município. O Rio do Rolo, desagua no Rio Piau, que desagua no Rio Una cuja a foz é no Oceano Atlântico.

Inicialmente foi realizado em campo com o auxílio de um receptor GNSS de navegação o mapeamento de elementos e feições espaciais, atreladas ao uso/ocupação/interferências humanas ao longo do corpo hídrico, fazendo uso também

de uma câmera fotográfica. Para tanto, percorreu-se os trechos da APP supracitada, desde as nascentes/fontes urbanas do Córrego urbano até determinados trechos do Rio do Rolo. Neste percurso, foram observados: declividades do terreno e sentido de fluxo de água; áreas antropizadas; pontos de poluição, áreas potenciais de monitoramento de recursos hídricos; uso e ocupação do solo em volta do córrego/rio; áreas preservadas e outras informações consideradas relevantes registradas em uma ficha de anotação. A partir das observações coletadas e das coordenadas registradas foi feita a identificação das bacias de contribuição dos pontos de monitoramento

5.1 . PONTOS DE MONITORAMENTO E SUAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Os pontos de monitoramento (Nascente, Jacaré, Foz, Montante e Rio do Rolo) e suas bacias de contribuição podem ser observados na **Figura 5**.

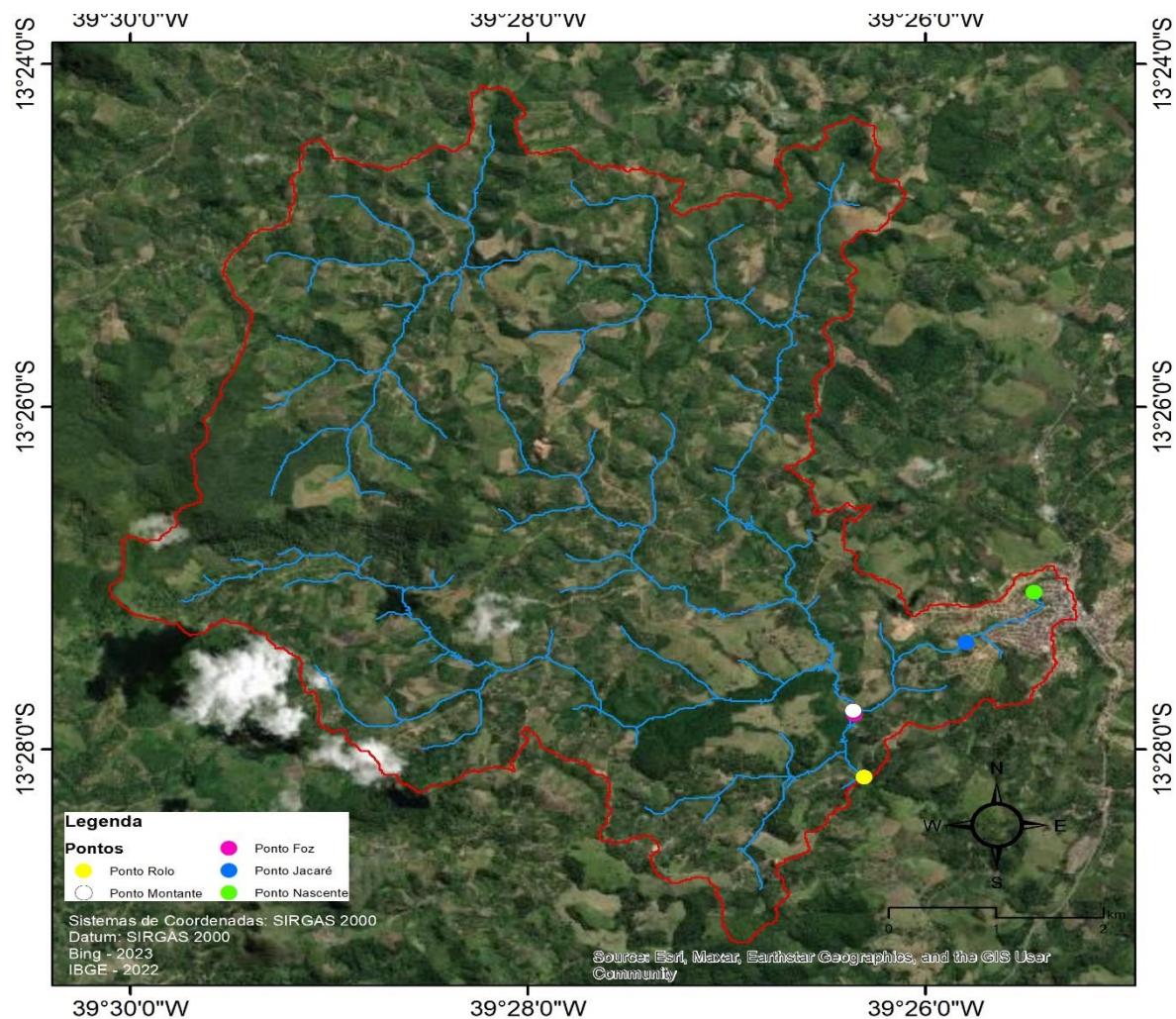


Figura 5: Bacia do Rio do Rolo incluindo o Córrego de Frizo. **Fonte:** Própria autora, 2024.

Os pontos de monitoramento foram escolhidos com base nas condições sanitárias e ambientais da área de estudo, observadas a partir de visitas de campo.

As justificativas de escolha e características dos pontos de monitoramento podem ser observadas no **Quadro 4**.

Quadro 4: Justificativas de escolha e características dos pontos de monitoramento.

Ponto	Justificativa de escolha Observações e Características	Coordenadas UTM	Altitude (metros)
Nascente	<ul style="list-style-type: none"> Ser uma APP, parcialmente protegida, que dá início ao córrego de Frizo em área habitada. Após esse ponto de monitoramento, observa-se a formação de um córrego perene, com contribuições de vazão derivadas de: tubos de esgoto de várias residências de forma individual; uma antiga fonte cimentada desativada (poluída) e de uma rede pluvial com contribuição de efluentes de pelo menos dois bairros urbanos (sistema unitário). Assim, pelo exposto, um importante ponto de monitoramento urbano para avaliação de poluição ambiental. 	"Zona 24 L" E:454080 N=8512905	223
Jacaré	<ul style="list-style-type: none"> Sinaliza o encerramento da maior parte do adensamento urbano e concentra grande quantidade de esgoto lançado de forma pontual e difusa ao longo do córrego. Foi identificado uma fonte de água cimentada que antecede esse ponto. Essa fonte possui vazão constante e possivelmente contribui com a melhora da qualidade da água por diluição. A partir do ponto Jacaré, inicia uma zona de transição de crescimento urbano. A nomenclatura desse ponto "Jacaré" foi atribuída devido a recorrência de aparição de jacaré nesse local. 	E= 453467 N= 8512360	207

Foz	<ul style="list-style-type: none"> Esse ponto é a foz do Córrego de Frizo que desagua no Rio do Rolo. O trecho "Jacaré - Foz", é pouco habitado e, foi identificado como uma área de transição de crescimento urbano, devido a existência de parcela de extensão com mata ciliar removida; grande concentração de área verde e; presença de algumas residências sendo construídas de forma mais discreta no entorno da APP. O ponto exato, denominado Foz, encontra-se em zona preservada com vegetação de porte médio a grande e com certa dificuldade de acesso direto no leito do Córrego. Este ponto, carrega vazão e esgoto do trecho "nascente-jacaré" e do trecho "jacaré – foz". A vazão desse último trecho recebe contribuição de esgoto de algumas residências e de dejetos de animais de grande porte locados em uma baia a margem do córrego. 	E=452371 N=8511404	196
Montante (do Rolo)	<ul style="list-style-type: none"> Este ponto encontra-se a montante do ponto de encontro da Foz do Córrego do Rolo, antecedendo uma média de 5 (cinco) metros de distância entre o despejo do Córrego urbano. A distância demarcada supracitada foi a maior possível para a coleta de água, não sendo a medida superior, devido à dificuldade de acesso, pela densidade vegetacional e necessidade de travessia do córrego de Frizo. O ponto denominado Montante, foi escolhido devido não ser identificado uma concentração urbana significativa da população e por receber corrente de água de faixa considerável de APP aparentemente preservada, contribuindo com os estudos de qualidade da água do Rio do Rolo que recebe os efluentes do Rio de Frizo. 	E: 452371 N:8511404	195.7
Rolo	<ul style="list-style-type: none"> O ponto do rolo foi escolhido por se encontrar em área de melhor medição de vazão (em cima de uma ponte); facilidade para a coleta de água; percepção de uso humano da água, como a pesca e banho; possuir uma distância significativa (média de 2.245,65 metros) do ponto de maior concentração de esgotamento urbano ("Jacaré"), o que propicia uma noção de autodepuração e; por desaguar sua vazão em direção ao Rio Piau, que por sua vez ultrapassa os limites municipais. 	E= 452500 N=8510876	191

Fonte: Própria Autora, 2024.

5.1.1. Elaboração de mapa da bacia do Rio Una: redes de drenagens e microbacias

O Mapa das áreas de contribuição das vazões da Bacia do Rio Una, demarcando os pontos de monitoramento das microbacias estudadas foi elaborado utilizando dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) dos pontos de orbitas 215/69 e 216/69 fornecidos pela Embrapa Monitoramento via Satélite e pelo Sistema Geológico Americano (USGS). Devido a sobreposição entre as cenas topográficas, fez-se necessário a confecção de um mosaico.

As folhas topográficas usadas na delimitação e construção das redes de drenagem possuem resolução de 30 metros. Os dados foram processados pelo Software ArcGIS 10.3 e corrigidos pela ferramenta Fill, com o objetivo de preenchimento das falhas. Trata-se de uma correção afim de se remover as depressões fechadas que podem interromper o curso do escoamento da água.

O procedimento de delimitação é baseado na construção da direção dos fluxos percorridos pela água para cada pixel, finalizando a delimitação quando o caminho do fluxo sai da área de interesse ou encontra o que chamamos de exultório da bacia (Jenson e Domingue, 1988).

A rede de drenagem foi identificada através do software ArcGIS 10.3 através da ferramenta Spatial Analyst/Hydrology. Para tanto, as seguintes etapas são realizadas: Fluxo de Direção, Fluxo de Acumulação, Curso dos Rios, Ordem dos Cursos e a Delimitação das microbacias. Na determinação do ordenamento dos rios utilizou-se o método de Strahler (1952).

5.2. MEDAÇÃO DE VAZÃO

Os pontos denominados Jacaré e Rolo tiveram medidas de vazão realizadas de forma direta, aplicando a fórmula abaixo. As medições foram realizadas mensalmente e em dias de coleta de água e foi possível, devido à pouca presença de vegetação as margens destes dois pontos e, também, a existência de certa uniformidade da seção do córrego/rio em cada ponto de coleta.

Para o cálculo de vazão (Q) foi adotada a equação da continuidade, considerando o escoamento permanente e uniforme (**Equação 1**).

$$Q = A * Vm \quad (m^3.s^{-1}) \quad (1)$$

Onde:

Q – Vazão;

A- é a média da área da seção do rio;

Vm é a velocidade média do rio (m/s);

A velocidade média da água do rio foi identificada através do método do flutuador (**Equação 2**). Este método consiste no uso de objetos flutuantes em trechos pré-determinados, identificando o tempo (ΔT) em que os mesmos demoram para percorrer uma distância estipulada (ΔS). Este método é recomendado principalmente para lugares onde é inviável colocar materiais mais sofisticados como, o molinete fluviométrico, ou em pontos de pouca disponibilidade hídrica (Santos *et al.*, 2018).

$$Vm = \frac{\Delta S * C}{\Delta T} \quad (m/s) \quad (2)$$

Em que:

ΔS é o comprimento da área de medição (m);

ΔT é o tempo que o flutuador leva para se deslocar no comprimento S;

C - coeficiente ou fator de correção (adotado 0,9).

Na **Equação 2**, é possível identificar o uso de um coeficiente (C) para o método do flutuador que busca ajustar a velocidade média da seção (Santos *et al.*, 2018). O coeficiente ou fator de correção é de 0,8 para rio com fundo pedregoso e 0,9 para rios de fundo barrento. Esta correção é devido ao fato da água se deslocar com mais velocidade na superfície do que na porção do fundo do rio (Santos e Ferreira, 2019).

As áreas destes dois pontos de monitoramento foram identificadas pelo método da batimetria. Segundo Gagg (2016), trata-se do conjunto de métodos, princípios e convenções usados para determinar a medida do contorno, da dimensão relativa da superfície submersa de rios, lagos, canais e represas. Ainda segundo este autor os levantamentos batimétricos têm por objetivo realizar medições de profundidades que estejam associadas a uma posição na superfície da água, representando estas áreas em uma carta, e assim conhecendo o comportamento da morfologia de fundo de um

rio. Compreende assim uma abordagem planimétrica (X,Y). Para estas medições foram utilizadas fitas métricas para medição horizontal e vertical e uma mangueira de nível.

As medições relatadas foram registradas com o auxílio de no mínimo três pessoas, para realizar anotações de medidas identificadas a partir da aplicação dos métodos de batimetria e do flutuador (**Figura 6**).

Os métodos da identificação de vazão supracitados foram utilizados por outros autores, a citar, Toledo *et al.* (2018), que também realizaram análises de qualidade da água e medições de vazão em córregos pequenos.



(a)



(b)



(c)



(d)



Figura 6: (a) Aplicação do método da batimetria com medição: horizontal (a) da sessão e vertical no Ponto do Jacaré; horizontal (c) e vertical (d) da sessão no Ponto do Rolo; (d); do flutuador (e); o do tempo que um objeto se desloca através de dois pontos debaixo da ponte. **Fonte:** Própria autora, 2023.

As vazões dos pontos da “Nascente”, “Foz” e “Montante” não foram medidas diretamente, devido às irregularidades das sessões e dificuldades de acesso (vegetação acentuada nas margens). As vazões nesses pontos foram estimadas pelo método da regionalização. O termo regionalização tem o significado na hidrologia de “transferir dados”, sendo assim, os dados onde se possuem medições são transferidos para onde ainda não se possui (Freitas, 2002). A regionalização se deu pela ponderação da vazão em função da área de contribuição de drenagem até cada ponto de monitoramento (**Equações 3 a 5**). As vazões dos pontos “Foz” e “Nascente” foram relacionadas ao ponto do “Jacaré”, devido à maior similaridade dessa microbacia, quando comparado a microbacia do Rio do Rolo.

$$\frac{Q_f}{Q_j} = \frac{A_f}{A_j} \quad (3)$$

$$\frac{Q_n}{Q_j} = \frac{A_n}{A_j} \quad (4)$$

$$\frac{Q_m}{Q_R} = \frac{A_m}{A_R} \quad (5)$$

Onde:

Qf, QJ, Qn, Qm e QR são, respectivamente as vazões nos pontos da Foz, Jacaré, Nascente, Montante; Rio do Rolo;

Af, Aj, An, Am e Ar são respectivas áreas de influência de drenagem de cada ponto monitorado.

5.3. COLETA DE ÁGUA

A frequência da coleta das amostras de água foi mensal, por um período de 12 meses, entre as 08:00 às 12 horas, tendo faltado apenas a do mês de novembro do ponto “Montante”, devido à dificuldade de travessia do córrego pelas fortes chuvas que ocorreram nesse dia. A frequência de coleta do ponto da nascente foi bimestral.

As coletas foram realizadas em fluxo contrário ao rio e acondicionadas em frascos de PET e de borossilicato esterilizado. As amostras foram acondicionadas em amostradores fornecidos pelo laboratório contratado (Bahia Analítica, situado no município de Itabuna), onde, após coleta, a água foi armazenada em isopor com gelo para conservação das amostras até o translado do campo até o laboratório. O período de coleta e destino das amostras até o laboratório foi sempre inferior a 12 horas.

Salienta-se, que apenas o mês de novembro as coletas ocorreram em momento de chuva forte, nos demais meses foram realizadas em período seco, ou seja, com ausência de chuva, porém com vazões variando.

Os resultados identificados em análises foram lançados em tabelas e posteriormente relacionados aos resultados de vazão.

5.4. AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água foi caracterizada com base nos parâmetros analisados, a citar: pH, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Coliforme Termotolerantes (CTer), Temperatura (T), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT), Turbidez (TUR), Resíduo Total (RT) e Condutividade (CE). Destes, três (temperatura, oxigênio dissolvido e pH), foram medidos diretamente em campo, devido a rapidez na alteração do valor e, possível, diferença dos valores medidos posteriormente em laboratório. A CE também foi medida diretamente em campo, devido a facilidade de medição.

Dos nove parâmetros analisados de cada ponto de monitoramento foi possível realizar cálculo do índice de qualidade da água pelo método desenvolvido pelo *National Sanitation Foundation* (NSF), em 1970, e modificado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) de São Paulo, em 1975. Na alteração

feita pela CETESB, o nitrato (N-NO_3^-) foi substituído por NT, e o parâmetro fosfato total (PO_4^{2-}) por PT, mantendo-se os mesmos pesos ($w = 0,10$) e curvas de qualidade estabelecidos pela NSF. Até os dias atuais, outros estados brasileiros além do de São Paulo, adotaram esse índice como principal indicador da condição de qualidade dos seus corpos hídricos. (ANA, 2005).

O IQA da CETESB (**Equação 6**), é calculado através do produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice. Com os resultados é gerada uma classificação de IQA por ponto de monitoramento com categorias de ótima, boa, regular, ruim e péssima, de acordo com o resultado da ponderação identificada (CETESB, 2021), variando de 0 a 100. Segue abaixo a fórmula de cálculo utilizada para identificação dos IQA.

$$\text{IQA} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (6)$$

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade;

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

A classificação da qualidade da água pelo IQA pode ser observada na **Tabela 7**.

Tabela 7: Faixas de classificação de IQA utilizadas em Estados Brasileiros

Faixas de IQA usadas em AL, MG, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA usadas em BA, CE, ES, GO, MS, PB, SP	Avaliação da Qualidade da água
91 - 100	80 - 100	Ótima
71 - 90	52 - 79	Boa
51 - 70	37 - 51	Razoável
26 - 50	20 - 36	Ruim
0 - 25	0 - 19	Péssima

Fonte: CETESB, (2003), *apud*, Lages *et al.* (2021).

5.5. MEDIDAS MITIGADORAS

As medidas mitigadoras a serem aplicadas em um período de médio a longo prazo foram propostas com base no diagnóstico quali-quantitativo dos resultados.

6. RESULTADOS E DISCURSÕES

6.1. Diagnóstico da situação sanitária do córrego urbano de Frizo ao Rio do Rolo

O córrego de Frizo" (Área de Preservação Permanente APP) nasce na zona urbana do Município de Presidente Tancredo Neves-BA, nas proximidades da Rua Sinval Costa Reis, bairro do Japão, percorrendo uma extensão média de 1.020 metros até o ponto conhecido como Jacaré, e tem a sua foz no Rio do Rolo, a uma extensão média de 1.747,94 metros do ponto do Jacaré (**Figura 7**).

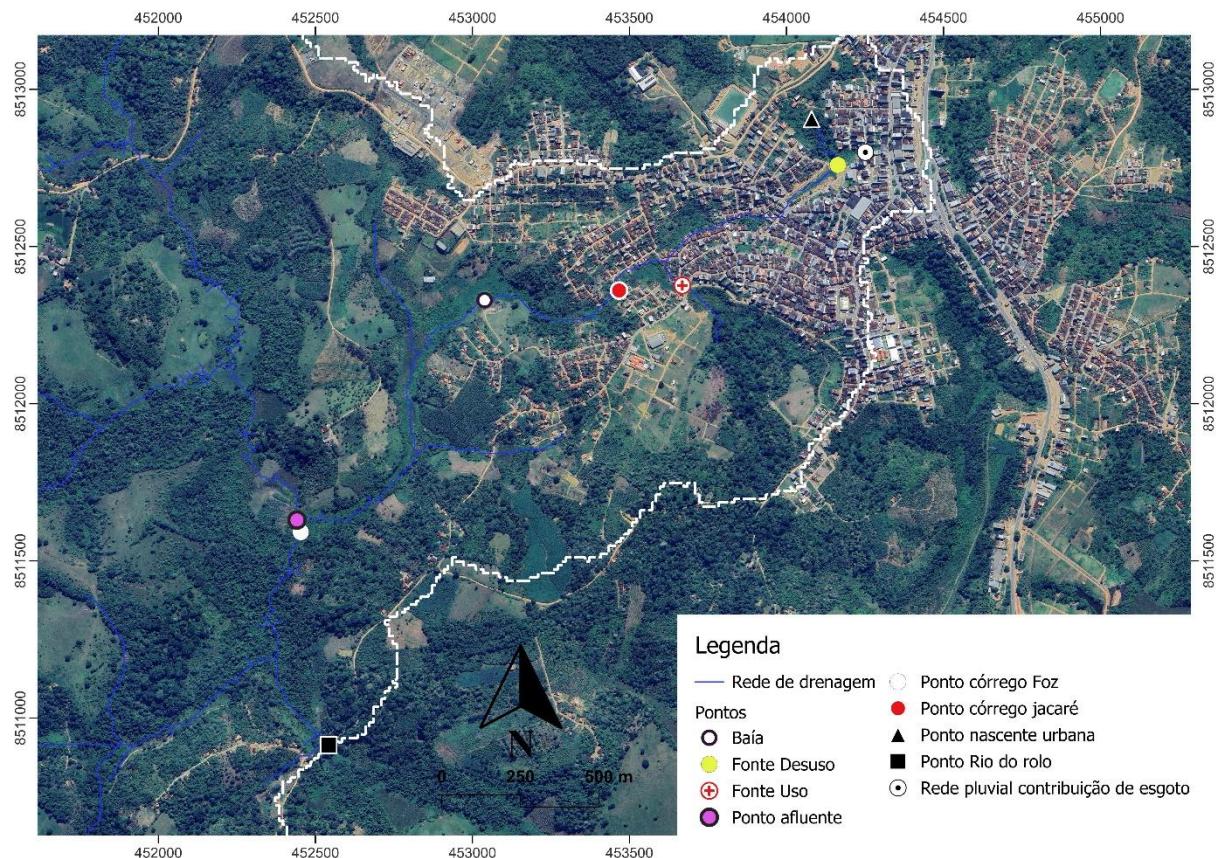


Figura 7: Imagem de Satélite da área de estudo. **Fonte:** Google Satélite.

Esse córrego possui importância significativa para o município por possibilitar o amortecimento de chuvas e por já ter sido historicamente usado para abastecimento da população (fontes urbanas), quando não possuíam água encanada e, atualmente, tem recebido uma parcela de esgotamento sanitário sem tratamento (SEDPLAM, 2023).

A água do ponto da nascente em dias ensolarados, encontra-se transparente, e em dias chuvosos barrenta e turva, em decorrência do desprendimento do solo (**Figura 8**).



Figura 8: Ponto da Nascente Urbana. Fonte: Própria autora, 2023.

A nascente possui, em média, raio de 50 metros de vegetação em seu entorno, representada por espécies de vegetação nativa e agrícola, do tipo cacau e bananeira (minoria). Assim, por não possuir apenas mata ciliar de características de vegetação nativa, atende parcialmente o que diz o código florestal brasileiro. Ao redor desta nascente pôde ser observado uma vegetação de médio a grande porte, sem densidade elevada, devido a existência de trilhas de passagem e ausência de algumas espécies arbóreas devido a ação antrópica.

Ao longo da extensão da Nascente, pós área de mata ciliar até o ponto do Jacaré, é possível identificar considerável adensamento urbano. Nas proximidades da nascente, em cota inferior, existe uma influência considerável de lançamento pontual de uma rede de drenagem, considerada um sistema unitário antigo, onde a água pluvial e o esgoto doméstico escoam por uma única canalização (**Figura 9**).

O lançamento supracitado ocorre por meio de rede de drenagem pluvial, localizada no ponto de coordenadas E=454257, N= 8512795.

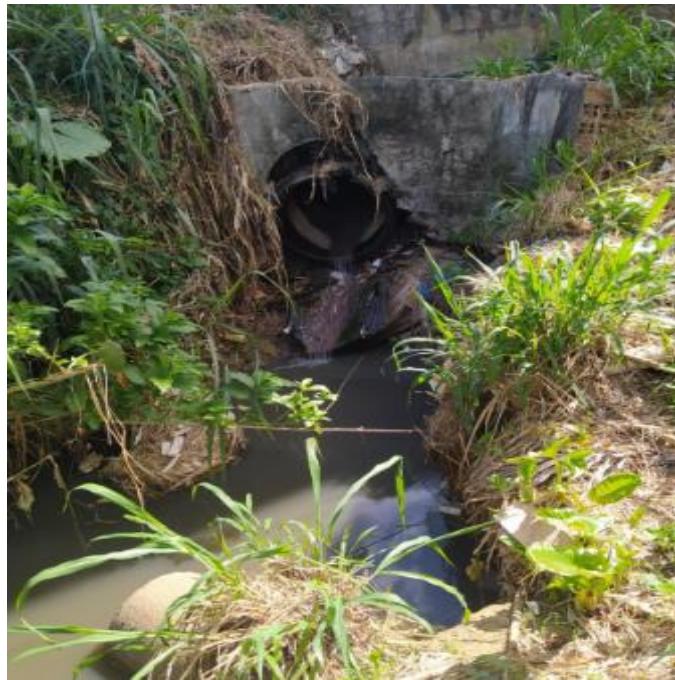


Figura 9: Foz do sistema unitário antigo. **Fonte:** Própria autora, 2023.

A coloração escura e o mau cheiro ao redor da foz do sistema unitário (**Figura 9**) indicam a presença de esgoto doméstico, tendo sido observados resíduos sólidos provenientes desse sistema.

Na área urbana do trecho da nascente - “Jacaré” foram observadas canalizações de esgotamento sanitário (**Figura 10**), caracterizando fonte de poluição difusa.



Figura 10: Canalizações de esgotamento sanitário de residências sendo lançado no córrego de Frizo em área urbana. **Fonte:** Própria autora, 2023.

Observa-se que as residências foram construídas nas margens do córrego, facilitando o lançamento dos esgotos sanitários. No entanto, todo o córrego/rio perene ou intermitente, seja em zona rural ou urbana deve manter mata ciliar para a sua proteção. Sendo para córregos/rios com menos de 10 metros de largura uma mata ciliar de 30 metros de cada lado (Brasil, 2012). Entretanto, a maior parte das margens do córrego em área urbana não atende a faixa de proteção especificada no código florestal brasileiro. O povoamento em margens de córregos eleva a probabilidade de contaminação, seja pelo contato direto com a água contaminada ou até mesmo através de vetores em contato com o corpo hídrico e/ou solo poluído (Bobadilho, 2014).

Foram identificadas duas fontes de água cimentadas em diferentes trechos do córrego. Segundo a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (2024) essas fontes serviam no passado para o abastecimento humano de forma direta e indireta, devido a inexistência de água encanada na época. A primeira fonte (**Figura 11**), localizada na Rua Sinval Costa - em cota inferior ao ponto de lançamento do sistema unitário, atualmente se encontra em desuso, estando rodeada de esgoto e vegetação. Salienta-se, que estão ocorrendo obras de prolongamento desse sistema, devido a uma obra de requalificação urbana, o que trará melhorias de qualidade ambiental ao redor dessa fonte. A segunda fonte (**Figura 12**), atualmente é utilizada, devido a questões culturais, para economia de água e/ou em momento de falta de água no bairro Cajueiro (SEDPLAM, 2024).



(a)



(b)

Figura 11: (a) (b) Fonte cimentada desativada, localizada na Rua Sindoval Costa próximo a rede de drenagem pluvial com presença de esgoto. **Fonte:** Própria autora, 2018.



Figura 12: Fonte de água do Rio Frizo, em uso, localizada no bairro do Cajueiro, em cotas superiores ao ponto do Jacaré. **Fonte:** Própria autora, 2023.

Esta última fonte, localizada no bairro do Cajueiro, tem a qualidade da água monitorada pela vigilância sanitária. As análises são realizadas quando solicitadas pela população ou órgão gestor específico, sendo possível a disponibilização dos resultados na secretaria de saúde do município. Foram encontrados registros de monitoramentos dos anos de 2014, 2016, 2018 e 2023 para os parâmetros de pH, coliformes totais, Escherichia Coli e turbidez (**Tabela 8**).

Tabela 8: Resultados de análises de potabilidade de água da Fonte de Frizo.

Relatórios de Ensaios Chafariz Frizo					
Parâmetros		Data de Relatório	Valor Ref Portaria MS n. 2.914	Resultado	Conclusão
Consolidação N° 5/2017					
Físico-Químico	PH	27/03/2014	6,0 a 9,5	5,9	Satisfatório
		03/03/2016	6,0 a 9,5	5,84	Satisfatório
		29/06/2018	6,0 a 9,5	6,29	Satisfatório
		23/05/2023	6,0 a 9,5	5,28	Não se aplica
Microbiológica	Coliformes Totais	27/03/2014	-	Presença	Não se aplica segundo Relatório de Ensaio
		03/03/2016	-	Presença	Não se aplica segundo Relatório de Ensaio
		29/06/2018	-	Presença	Não se aplica segundo Relatório de Ensaio
		23/05/2023	-	-	Não se aplica
Organoléptica	Escherichia Coli	27/03/2014	Ausência em 100 ml	Ausência	Satisfatório
		03/03/2016	Ausência em 100 ml	Ausência	Satisfatório
		29/06/2018	Ausência em 100 ml	Ausência	Satisfatório
		23/05/2023	Ausência em 100 ml	Ausência	Satisfatório
Físico	Turbidez	27/03/2014	VMP 5uT	0,02	Satisfatório
		03/03/2016	VMP 5uT	0,20	Satisfatório
		29/06/2018	VMP 5uT	1,41	Satisfatório
		23/05/2023	VMP 5uT	< 0,10	Satisfatório

Fonte: Adaptado da Vigilância Sanitária, 2014, 2016 e 2018.

Os resultados mostram que nos anos monitorados não houve contaminação fecal da água e a turbidez e o pH estavam satisfatórios, atendendo a legislação de potabilidade vigente da época (Portaria MS n° 2.914/2011) (Brasil, 2011) e capítulo XX da portaria de consolidação n° 5 (Brasil, 2017), apesar de não existir tratamento da mesma. A presença de coliformes totais representa apenas sujeira, logo, a fonte só estava precisando de uma limpeza.

Ainda sobre a **Figura 12**, observa-se que a água dessa fonte é utilizada pelos moradores para lavagem de utensílios domésticos, seguindo para o Córrego de Frizo, nas proximidades do ponto “Jacaré”.

Nota-se, também, que o córrego supracitado tem sido poluído com resíduos sólidos (**Figura 13**), que podem ter sido lançados diretamente ou indiretamente. Vale ressaltar, que apesar da identificação destes resíduos neste ponto específico, todos

os bairros da zona urbana são contemplados com coleta de resíduos sólidos (SNIS, 2021). Foram identificados pontos de entrega voluntária de resíduos sólidos para a coleta seletiva, em todos os bairros no entorno do córrego.



Figura 13: Resíduos sólidos dispostos no córrego urbano. **Fonte:** Própria autora, 2022.

O trecho do início do “ponto do Jacaré” (**Figura 14**), até a sua foz, localizada no Rio do Rolo (**Figura 15**), tem extensão média de 1.7 Km.



(a)



(b)

Figura 14: (a) (b) Ponto inicial do trecho Jacaré, localizado sob passagem molhada. **Fonte:** Própria Autora, 2023.



Figura 15: Ponto de confluência do Córrego urbano Frizo (menor vazão) com o Rio do Rolo (maior vazão). **Fonte:** Própria Autora, 2022.

Nas coordenadas UTM E=453048 E e N= 8512315, entre o trecho dos pontos do Jacaré – Foz existe uma baia (**Figura 16**) utilizada para a criação de animais de grande porte (boi e cavalo espalhados), nota-se uma certa degradação pela supressão de parte da vegetação nesta margem de APP.



Figura 16: Margem de APP com presença de baia. **Fonte:** Própria autora, 2022.

A distância entre os pontos de monitoramento da “Foz” do Córrego de Frizo para do Rio do Rolo, é, em média, de 498 metros. Em função da maior vazão do Rio do Rolo, ao receber as águas poluídas do Córrego de Frizo, possivelmente, ocorre uma diluição e, consequentemente, redução do impacto sobre a qualidade da água.

O ponto de monitoramento no Rio do Rolo (**Figura 17**), é utilizado pela população para pesca e balneabilidade.



Figura 17: Ponto de monitoramento do Rio do Rolo. **Fonte:** Própria autora, 2022.

O ponto supracitado (Rolo) é o último onde foram feitas as análises e observações gerais desse estudo, seguindo esse recurso hídrico para desembocar no Rio Piau.

O **Quadro 5** resume algumas das observações sobre os aspectos visuais identificados em cada ponto de monitoramento do corpo hídrico em análise.

Quadro 5: Aspectos observados nos pontos de coleta.

Fatores	Pontos de Monitoramento				
	Nascente	Jacaré	Foz	Montante	Rolo
Tipo de ocupação das margens	Vegetação nativa Trilhas Algumas espécies de bananeiras e cacau	Área desmatada Vegetação rasteira Residências	Vegetação nativa Trilhas	Vegetação nativa em mata ciliar	Passagem molhada (ponte de madeira) APP parcialmente preservada Uma residência próxima
Mata ciliar	Sim	Não	Sim	Sim	Parcialmente Quantidade inferior ao que estabelece o código florestal brasileiro
Plantas aquáticas	Não	Não	Não	Não	Não
Identificação de peixes em dia de coleta	Não	Não	Não	Não foi possível identificar devido coloração da água e correnteza	Sim
Odor na água	Não	Sim em dias secos	Não	Não	Não
Presença de resíduos sólidos na água	Não	Sim	Não	Não	Sim (garrafa pet)
Assoreamento visível	Não	Sim	Não	Não	Parcialmente

Fonte: Própria autora, 2023.

6.2. VAZÃO – QUALIDADE DA ÁGUA

6.2.1. Medição de Vazão

As vazões dimensionada nos pontos em cada dia de coleta, entre os meses de novembro (2022) a outubro (2023) então ilustradas na **Tabela 9**. As coletas realizadas em tempo seco, nos pontos Nascente, Jacaré e Foz tiverão suas maiores vazões, em ordem descrecente, nos meses de: Março, julho, dezembro, junho, fevereiro, janeiro, maio, abril, agosto, setembro e outubro. O mês de novembro foi o único mês que a coleta ocorreu em momento de chuva, e que compreendeu o mês de maior vazão para os pontos Nascente, Jacaré e Foz e o segundo de maior vazão dos pontos Montante e Rolo.

Tabela 9: Vazões em dia de coleta do mês e área de contribuição da bacia de cada ponto.

Dia	Áreas (Km ²)				
	Nascente	Jacaré	FOZ	Montante	Rolo
Área – Bacia dos pontos	0,12	0,96	2,31	35,64	41,45
DATA	VAZÃO (L/S)				
22/11/2022 chuoso	31,88	255,04	613,68	1617,82	1881,56
19/12/2022	5,95	47,61	114,58	1086,28	1263,37
25/01/2023	4,42	35,33	85,02	1262,98	1468,87
23/02/2023	4,88	39,07	94,02	1592,8	1852,46
27/03/2023	9,17	73,38	176,57	2799,44	3255,81
27/04/2023	3,97	31,8	76,52	1095,09	1273,61
29/05/2023	4,28	34,24	82,38	1356,11	1577,18
29/06/2023	5,09	40,72	97,98	157,69	183,4
24/07/2023	7,44	59,54	143,26	1251,99	1456,04
25/08/2023	3,1	24,85	59,79	1215,29	1413,41
29/09/2023	1,78	14,24	34,27	109,07	126,85
31/10/2023	1,5	12,04	28,97	125,71	146,21

Fonte: Própria autora, 2024.

Nos pontos, Montante e “Rolo” as coletas em dias de maiores vazões, em tempo seco, compreenderam, de maneira decrescente, os meses de: Março, fevereiro, maio, janeiro, julho, agosto, abril, dezembro, junho, outubro e setembro.

Nos pontos, Nascente, Jacaré e Foz, o dia de coleta com chuva (novembro), não foi o de maior vazão, sendo o segundo. As menores vazões registradas em todos os pontos ocorreram nas coletas do mês de outubro e setembro, possivelmente, os

meses com menor índice pluviométrico. A ordem das maiores e menores vazões se fazem diferentes entre os pontos Nascente/Jacaré/Foz e Montante/Rolo, possivelmente, devido a grande diferença de área de contribuição destas bacias, ocupação do solo, dentre outros.

As vazões identificadas nos pontos da área urbana tem influência não apenas das áreas de contribuição, mas também, do horário de contribuição per capita, devido a interferência de horários de maior uso de água pela população, haja vista, que nesses trechos são lançados esgoto doméstico constantemente, dentre outros fatores.

6.2.2. Analise da qualidade da água do córrego urbano

No decorrer dos 5 pontos de monitoramento localizados ao longo do córrego/rio, no período de novembro/2022 a outubro/2023 as temperaturas do corpo hídrico se encontravam entre 20 C° a 30 C° (**Figura 18**).

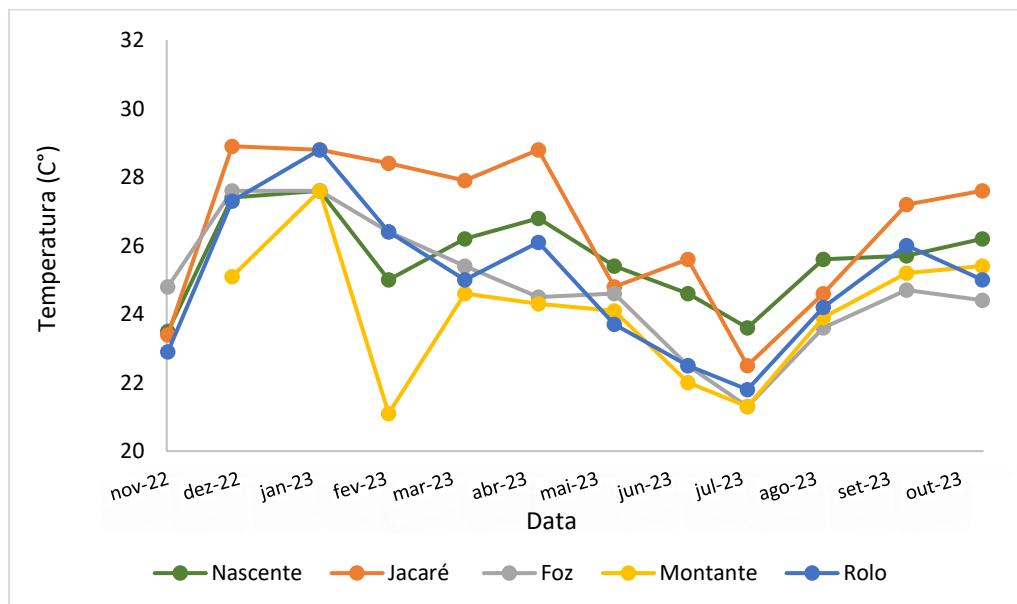


Figura 18: Resultados de temperatura nas amostras de água nos pontos do Córrego de Frizo e Rio do Rolo no período de novembro/2022 a junho de/2023. **Fonte:** Própria autora, 2024.

As temperaturas mais altas identificadas foram no ponto do jacaré, chegando a 28,9C°, possivelmente, por ser um local mais exposto aos raios solares, visto que não existe mata ciliar, e, também vazões de menor expressão, ao longo do ano, quando comparada a do Rio do Rolo, além do maior aporte de poluentes de efluentes sanitários (avaliações visuais – coloração da água, odor característico e de resultados

de análises laboratoriais). As menores temperaturas dos pontos monitorados, na maior parte do tempo, foram identificadas no ponto da montante, possivelmente por ser um ponto com quantidade de vazão expressiva, além de maior aporte de mata ciliar, quando comparado aos pontos de monitoramento na microbacia de Frizo (Nascente, Jacaré e Foz).

As análises de turbidez, encontravam-se em conformidade com os limites aceitáveis pela legislação. O maior valor de turbidez detectado no tempo chuvoso (novembro), foi no ponto do “Jacaré”, chegando a aproximadamente 50 UNT. Entre os dias de coleta no tempo seco, o mês de março e abril se apresentaram entre os maiores resultados de turbidez em quase todos os pontos, podendo ter relação com chuva em momentos antes da coleta, o que pode proporcionar um maior arraste de sedimentos. O mês de outubro nos pontos Rolo e Jacaré apresentaram valores altos de turbidez, em relação aos demais, possivelmente, devido a um aumento da carga poluidora no horário da coleta. Os menores valores de turbidez registrados foram na nascente, que nos dias secos, se apresentava com coloração transparente, possivelmente devido ser um ambiente com mata ciliar, sem aparente despejos diretos e com as menores vazões registradas (1,5 L/s a 9,17 L/s em dias secos) entre os pontos de monitoramento (**Figura 19**).

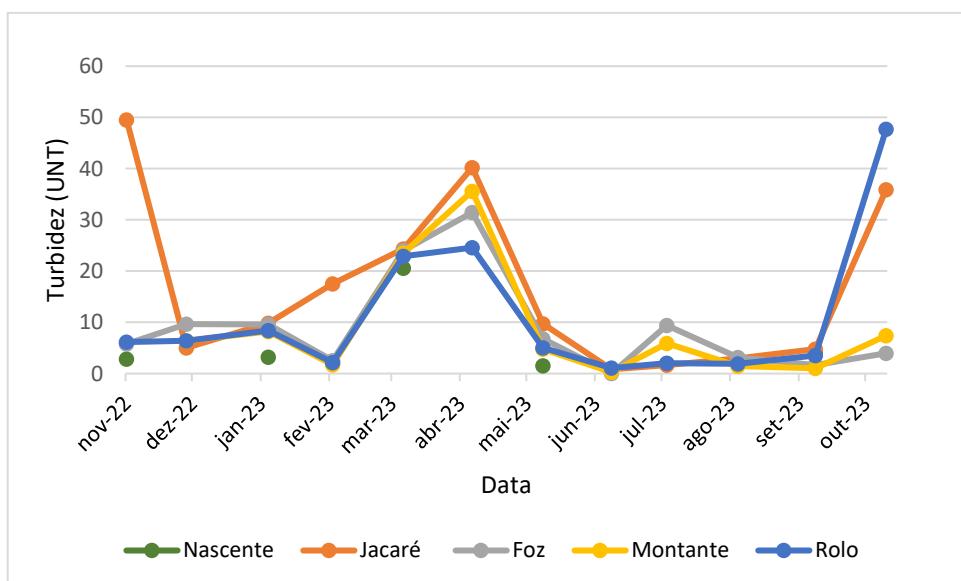


Figura 19: Concentrações de turbidez nas amostras de água nos pontos do Córrego de Frizo e Rio do Rolo no período de novembro/2022 a junho de 2023. **Fonte:** Própria autora, 2024.

Na **Figura 19** pôde-se observar, que exceto nos meses de novembro e fevereiro, as concentrações de Turbidez do ponto da nascente até o último ponto monitorado, teve tendência de aumento e redução, aproximadamente, lineares entre si. Esses resultados lineares, possivelmente ocorrem, devido ao arraste de sedimentos (chuva/vazão) e poluentes de forma contínua ao longo do córrego/rio.

Os maiores valores de CE foram no ponto de monitoramento “Jacaré” (**Figura 20**), possivelmente devido aos lançamentos de efluentes sem tratamento da área urbana. Fato semelhante foi apontado por Medeiros, Silva e Lins (2018) avaliando a qualidade da água de áreas urbanas da bacia hidrográfica do rio Longá.

A resolução CEPRAM nº 357 (Brasil, 2005) não estabelece valor máximo permitido para CE, entretanto, em geral, níveis superiores de CE acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2014). Assim pode-se afirmar, que o ponto de monitoramento mais impactado na maior parte do tempo é o ponto do Jacaré (204 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 1661 $\mu\text{S}/\text{cm}$), tendo um pico no mês de julho (1661 $\mu\text{S}/\text{cm}$), porém, os pontos da nascente e da foz em todas as coletas se mostraram também impactados, com valores entre 171 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 820 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 171 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 496 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Figura 20**). O ponto de monitoramento do Rio do Rolo se mostrou o menos impactado, com 58,33% dos resultados menores que 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 33,33% dos resultados próximo a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e apenas um resultado com CE acima de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esse fato se deu, possivelmente, devido as diluições que ocorreram entre os afluentes do Ponto “Rolo”, com altas vazões, como é o caso do ponto da montante (vazões chegaram a 2.799,44 L/s), além da própria capacidade de autodepuração do Rio.

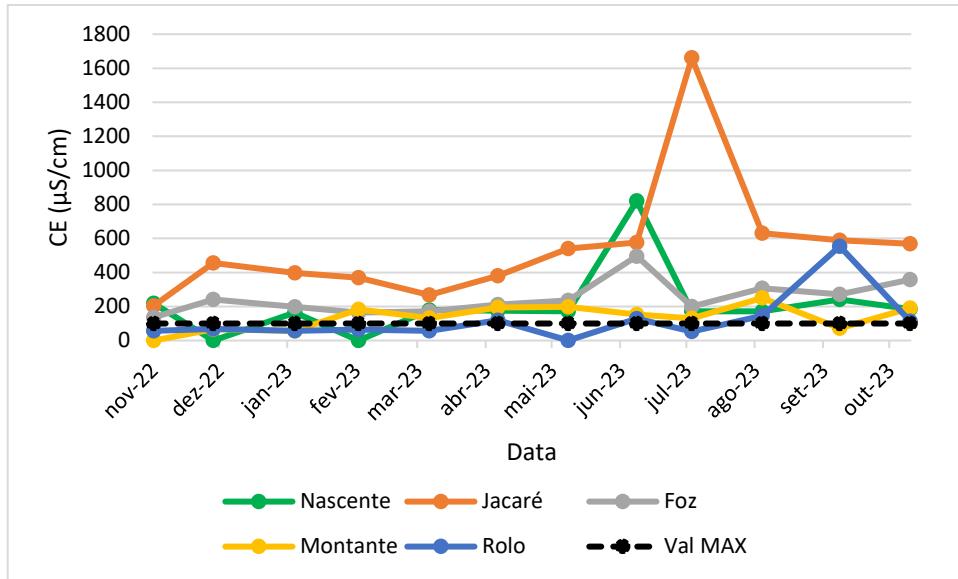


Figura 20: Concentrações de (CE) nas amostras de água nos pontos do Córrego de Frizo e Rio do Rolo no período de novembro/2022 a junho de 2023. **Fonte:** Própria autora, 2024.

Apesar do ponto da Nascente possuir mata ciliar e não identificação visual de lançamento de esgoto, mesmo assim, apresentou resultados de CE em todos os momentos acima de 100 µS/cm, chegando em até 820 µS/cm em uma das coletas e demais resultados, variando entre, 171 µS/cm a 218 µS/cm (Figura 20). O pico do valor da CE da nascente de junho pode ter ocorrido devido lançamento de esgoto de residência não identificada em momento anterior a coleta. Considerando que a nascente apresenta baixos valores de vazão (1,5 L/s a 9,17 L/s em dias secos), isso implica na menor capacidade de diluição e autodepuração deste ponto de coleta.

A coleta realizada em tempo chuvoso, apresentou resultados mais baixos de CE na maior parte do tempo nos pontos, exceto no ponto da Nascente. O mesmo aconteceu no estudo de Montovani (2021), em que a intensa precipitação, tendeu ao aumento da vazão de água no corpo hídrico, que diluiu os sais presentes, reduzindo também a condutividade elétrica. Entretanto, o mesmo autor cita a possibilidade de lixiviação de nutrientes e sais presentes no solo, devido às chuvas, causando o aumento da condutividade. A exceção citada no ponto da nascente pode ter fugido a esta explicação, devido as baixas vazões.

Conforme a Figura 21, o pH de todos os pontos monitorados, encontrava-se dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/05, que é de 6 a 9, exceto no ponto da nascente, que nos meses de Janeiro, Maio, Agosto, Setembro e Outubro, ficou abaixo de 6. Comparando o ponto da nascente aos demais pontos,

verificou-se uma tendência do ponto da nascente ser mais ácido que os demais (jacaré, foz, montante e rolo), exceto pelo mês de novembro, único mês em dia de coleta com chuva e de maior vazão (31,55 L/s). Esse resultado, possivelmente ocorreu devido a decomposição de matéria orgânica em corpo hídrico de baixas vazões de dias secos, fato observado por outros autores, como no estudo de Fia *et al.* (2015).

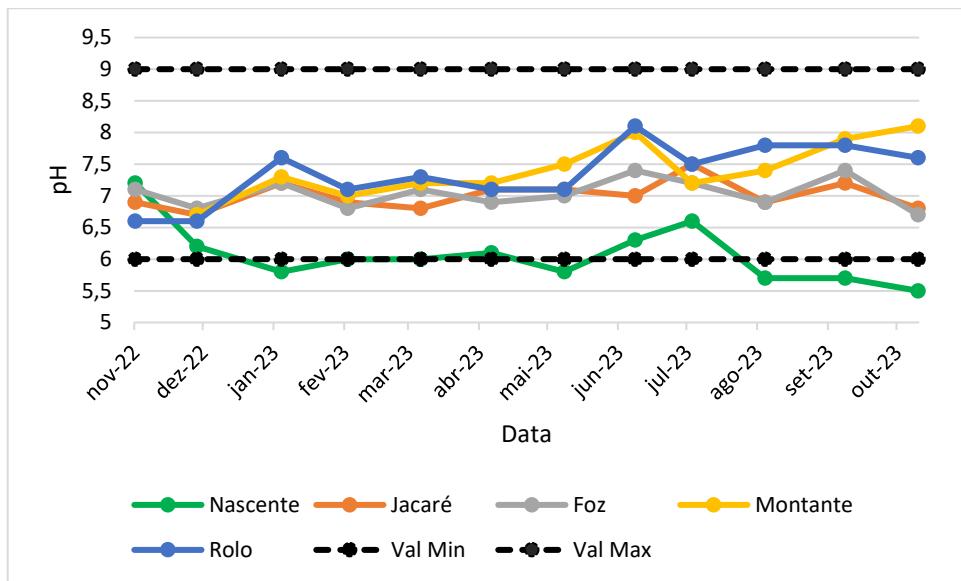


Figura 21: Concentrações de pH nas amostras de água nos pontos do Córrego de Frizo e Rio do Rolo no período de novembro/2022 a junho de 2023. **Fonte:** Própria autora, 2024.

Na **Figura 22** é possível observar que na maior parte do período avaliado, todos os pontos de monitoramento, em algum momento, apresentaram valores de fósforo total superiores a 0,1 mg/L, que é o máximo permitido para rios de classe 2. Estes valores, possivelmente, são provenientes de despejos de esgoto e de escoamento superficial das áreas agrícolas. O município não possui um serviço de coleta e tratamento de esgoto eficiente e existe atividade agrícola tanto em cotas superiores a nascente urbana, como na zona de transição de crescimento da cidade e a montante do ponto do Rolo.

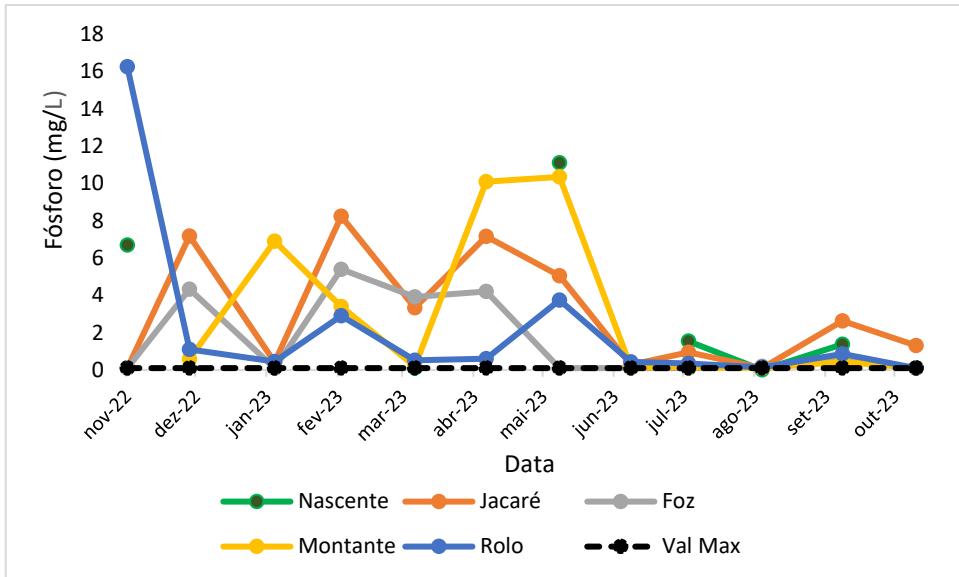


Figura 22: Concentrações de Fósforo nas amostras de água nos pontos do Córrego de Frizo e Rio do Rolo no período de novembro/2022 a junho de 2023. **Fonte:** Própria autora, 2024.

A concentração de fósforo total detectado no Rio do Rolo no mês chuvoso (novembro) foi de 16,25mg/L, sendo o maior valor registrado. O ponto da nascente mesmo estando também parcialmente protegido por mata ciliar apresentou concentração elevada (6,7mg/L) desse poluente nesse mês, possivelmente devido ao arraste de fosforo total (PT) do solo, pela ação da chuva em áreas com plantio agrícola somando ao carreamento de esgoto no caso da nascente em momento de coleta com chuva forte para dentro do amostrador (**Figura 22**).

Em dias secos, também foram registrados altos valores de PT. No total (tempo seco e chuvoso), as porcentagens de resultados que estiveram em desacordo com a norma ($x > 0,1$ mg/L) para o parâmetro PT foram: Rolo 91,66%, Jacaré 83,33%; Montante 75%; Nascente 66,66% e Foz 50%. No entanto, o Ponto do Jacaré teve menos resultados próximos a zero, estando em 44,66% das análises com valores menores que 1 mg/L, comparado ao ponto Rolo que esteve com 66,66% dos resultados menores que 1 mg/L, o que demonstra, que apesar do Ponto do Rolo estar em desacordo na maior parte do tempo, houve uma redução/diluição significativa da carga desse poluente do ponto jacaré até o ponto do Rolo (**Figura 22**).

De acordo com a **Figura 23**, em todos os pontos de monitoramento, ao longo dos meses avaliados, em algum momento, foram identificadas concentrações de DBO superiores ao estabelecido pela resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005), que é de 5 mg/L (Classe 2).

O ponto do Jacaré foi o mais crítico, visto que apenas em três das coletas a concentração de DBO esteve abaixo de 5 mg/L. Os demais pontos estiveram de acordo com a norma em: 66% na Nascente; 54,54% na Montante; 50% na Foz e 41,66% no Rolo. Na maior parte do tempo, houve uma melhora da qualidade da água do ponto do Jacaré – Foz – Rolo, sobre a redução das concentrações de DBO (mg/L), no entanto, não ainda totalmente eficiente até o último ponto de monitoramento (**Figura 23**).

O ponto da “Montante”, apresentou em cinco coletas, resultado em desacordo com normativa e seis resultados com valores menores ou iguais a 5 mg/L (**Figura 23**), possivelmente, apesar de ser um ponto que abarca considerável mata ciliar em volta, a mesma pode ter recebido esgoto de algumas residências próximas ou a corrente de retorno de fluxo de água do deságue do ponto da Foz, devido à proximidade.

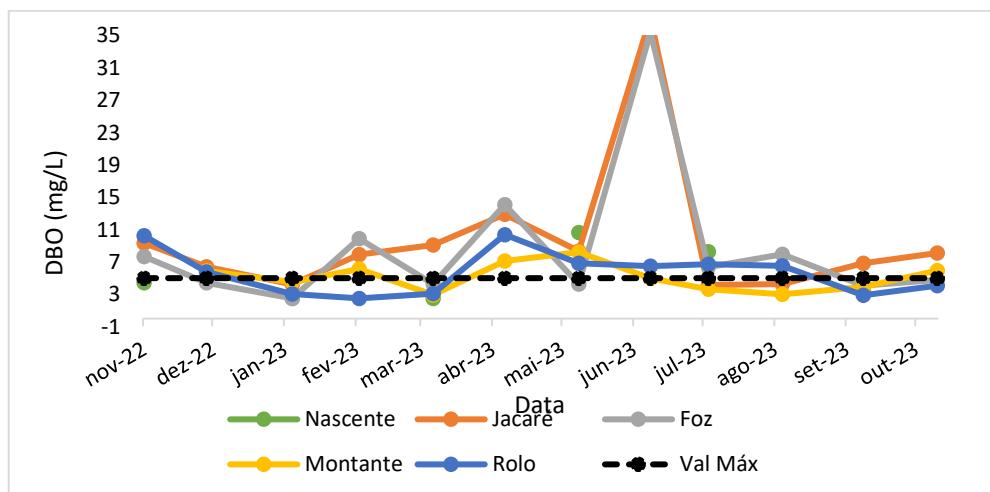


Figura 23: Concentrações de DBO nas amostras de água nos pontos do Córrego de Frizo e Rio do Rolo no período de novembro/2022 a junho de 2023. **Fonte:** Própria autora, 2024.

Imagina-se que em momentos de chuva junto a altas vazões a água tende a ter melhores resultados de diluição de DBO e, consequentemente, melhora da qualidade da água, entretanto, observou-se que em momento de alta vazão e em única coleta realizada em dia com chuva forte foram identificados altos valores de DBO, em todos os pontos monitorados, exceto na nascente, refletindo uma alteração da sua qualidade da água. Esse resultado pode ser advindo do arraste de matéria orgânica em todos os pontos para dentro dos amostradores e/ou ressuspensão.

O OD, no ponto do Jacaré, apenas em momento de chuva e de maior vazão (255 L/s) se manteve dentro do padrão estabelecido pela legislação vigente para rio

de classe 2 (superior a 5 mg/L), possivelmente, devido a diluição da água de chuva e a maior aeração pelo aumento da sua velocidade. Entre os dias secos, o OD variou entre 1,35 mg/L a 3,47 mg/L, valores de OD que dificultam a vida de peixes nesse ecossistema a depender do grau de exigência de cada indivíduo **Figura 24**.

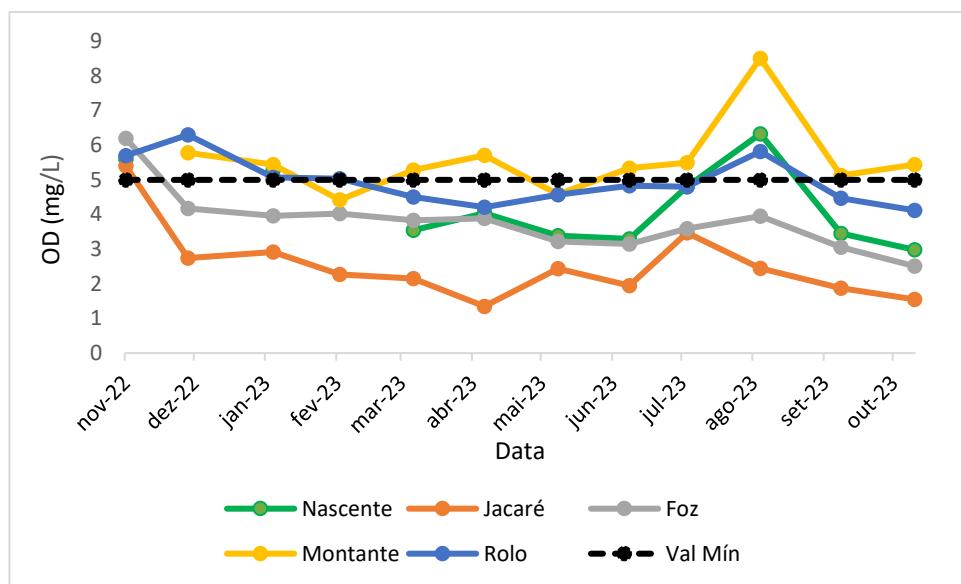


Figura 24: Concentrações de OD nas amostras de água nos pontos do Córrego de Frizo e Rio do Rolo no período de novembro/2022 a junho de 2023. **Fonte:** Própria autora, 2024.

O ponto “montante” apresentou os melhores resultados de OD, com apenas duas análises em desacordo com a norma, possivelmente, devido as suas altas vazões, entre 109 L/s – 2799 L/s, e mata ciliar expressiva nas margens deste córrego.

Assim como no ponto do Jacaré, o Ponto da Foz só atende a normativa para OD, na coleta em tempo chuvoso (novembro) e de maior vazão (613 L/s). No entanto, em todos os pontos da Foz acontecem uma melhora na oxigenação deste córrego, sendo os intervalos de OD de cada ponto, respectivamente, 1,35 mg/L à 2,92 mg/L (Jacaré) e 2,51 mg/L e 4,17mg/L (Foz), indicando certa aeração/autodepuração do corpo hídrico (**Figura 24**).

O ponto da nascente em 70% das coletas não atende a norma, possivelmente devido ao lançamento de poluentes não visualizados *in loco* somando ao fator de baixa vazões deste ponto.

Conforme **Tabela 10**, todos os pontos apresentaram contaminação fecal em alguma das amostras durante o período de monitoramento. Considerando o limite

máximo de 1.000mg/L, segundo o CONAMA 274 (Brasil, 2020), para usos de contato primário da água, foi possível destacar, que na maior parte do tempo esse limite foi atendido.

Tabela 10: Situação da qualidade da água do Rio de Frizo e Rio do Rolo quanto a balneabilidade considerando apenas aos resultados de Coliformes Termotolerantes (CTer) para contato primário, considerando a Resolução CEPRAM nº274 (Brasil, 2000).

DATA	Nascente	Jacaré	Foz	Montante	Rolo
	Cter Mg/L	Cter Mg/L	Cter Mg/L	Cter Mg/L	Cter Mg/L
22/11/2022	<1	430	31		64
19/12/2022		1100	1980	20	48
25/01/2023	<1	34	<1	25	10
23/02/2023		270	20	8	4
27/03/2023	<1	910	120	5	190
27/04/2023		2200	5700	910	4500
29/05/2023	650	415	412	393	195
29/06/2023		<1	<1	<1	395
24/07/2023	43	111	135	96	68
25/08/2023		42	16	29	56
29/09/2023	63	98	41	35	16
31/10/2023		19	91	58	39
CLASSIFICAÇÃO	<p>Excelente: Cter < 250 mg/L</p> <p>Muito Boa: Cter < 500 mg/L</p> <p>Satisfatória: Cter < 1000 mg/L</p> <p>Imprópria: não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias</p>				

Fonte: Própria autora, 2024.

Observou-se, na **Tabela 10**, que no Ponto do “Jacaré” e “Foz” a qualidade microbiana da água alterou significativamente da coleta de novembro/2022 para dezembro/2022 e de março/2023 para abril de 2023, tornando-se imprópria para contato primário no quesito Coliformes Fecais. Na coleta de janeiro/2023 e junho de 2023, a qualidade da água melhorou consideravelmente, passando a ser classificada como excelente para balneabilidade. Assim, os pontos Jacaré e Foz apresentaram o maior número de classificação como imprópria, em comparação aos demais pontos, possivelmente, devido ao ponto do jacaré concentrar grande parcela de esgoto doméstico, em relação aos demais; e a foz, possivelmente, por além de carregar carga

microbiana advinda do ponto do jacaré e também receber excrementos de alguns animais criados em volta da baía instalada no trecho Jacaré-Foz.

Os registros de CTer mais altos foram identificados na coleta de dezembro (Jacaré e Foz) e abril (Jacaré, Foz e Rolo), quando as vazões do ponto do Rolo tiveram entre 1263,37 L/s e 1273,61 L/s. Ou seja, quando ocorreram as vazões mais altas, possivelmente, o fator de diluição contribuiu com a qualidade da água para este parâmetro e baixas vazões, foram insuficientes para transportar a longas distâncias este poluente.

Os resultados de classificação “Muito boa” e “Excelente” no ponto do Jacaré, podem ter sido identificados, possivelmente, devido a presença de desinfetantes presentes em esgoto doméstico, o que podem ter reduzido a carga microbólica nos dias de coleta, visto, que o ponto do Jacaré foi considerado o ponto de monitoramento mais poluído (quali-quantitativamente) em relação a maioria dos resultados. Outro fator que contribui na diluição de poluentes é a fonte cimentada que antecede o ponto do jacaré.

Apesar da distância média de um pouco mais de dois quilometros de distância entre o ponto do Jacaré (maior influência do esgoto urbano entre os demais pontos) e o Ponto do Rolo, foi constatado água inapropriada para banho em uma das coletas realizadas quanto ao indicador biológico de CTer. Isso pode ser considerado um alerta, devido o Rio do Rolo ser utilizado por banhistas (contato primário). Os resultados com alta concentração de CTer são indicadores fortes de poluição por esgoto.

Em quase todas as coletas houve a redução da carga microbiana dos pontos “Jacaré” ao “Rolo”, em alta ou baixas vazões.

Ainda considerando o CONAMA 274 (Brasil, 2000), outros fatores são determinantes quanto a balneabilidade de um corpo hídrico (resultados de ph, que devem se encontrar no intervalo de 6 a 9, lançamentos de despejos sólidos e líquidos, óleos e gráxas, floração de algas, dentre outros). Assim, é possível reformular a **Tabela 10**, substituindo-a pela **Tabela 11**.

Tabela 11: Situação da qualidade da água quanto a balneabilidade no Córrego de Frizo e Rio do Rolo para contato primário, considerando todos aspectos da Resolução CEPRAM nº 274 (Brasil, 2000).

Data	Nascente	Jacaré	Foz	Montante	Rolo
	Cter Mg/L	Cter Mg/L	Cter Mg/L	Cter Mg/L	Cter Mg/L
22/11/2022	<1	430	31		64
19/12/2022		1100	1980	20	48
25/01/2023	<1	34	<1	25	10
23/02/2023		270	20	8	4
27/03/2023	<1	910	120	5	190
27/04/2023		2200	5700	910	4500
29/05/2023	650	415	412	393	195
29/06/2023		<1	<1	<1	395
24/07/2023	43	111	135	96	68
25/08/2023		42	16	29	56
29/09/2023	63	98	41	35	16
31/10/2023		19	91	58	39
CLASSIFICAÇÃO	<p>Excelente: Cter < 250 mg/L Muito Boa: Cter < 500 mg/L Satisfatória: Cter < 1000 mg/L Imprópria: não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias</p>				

Fonte: Própria autora, 2024.

O ponto da nascente foi considerado inapropriado nas coletas em que o pH esteve abaixo de 6. O Ponto do jacaré com resultados abaixo de 1000 Cter se tornaram inapropriados por receber despejos de esgoto e presença de resíduos sólidos e o Ponto da Foz, por receber excrementos de animais da bacia do Córrego de Frizo, trecho “Jacaré” – “Foz”.

6.2.2.1. Análise do Índice de Qualidade da água (IQA)

Os resultados do IQA da CETESB em todos os pontos monitorados no Córrego Frizo e Rio do Rolo, podem ser observados na **Tabela 12**.

Tabela 12: IQA CETESB para os pontos de monitoramento considerando as faixas estabelecidas para o estado da Bahia.

Data	Nascente	Jacaré	Foz	Montante	Rolo
	IQA (%)	IQA (%)	IQA (%)	IQA (%)	IQA (%)
22/11/2022	66	57	75		53
19/12/2022		39	47	71	65
25/01/2023	78	63	73	59	74
23/02/2023		38	53	59	70
27/03/2023	69	37	51	79	69
27/04/2023		29	36	44	54
29/05/2023	41	43	61	46	57
29/06/2023		50	55	80	65
24/07/2023	67	55	60	73	77
25/08/2023		57	69	84	72
29/09/2023	53	46	59	70	69
31/10/2023		42	55	71	66
CLASSIFICAÇÃO CETESB	Ótima: 80-100%				
	Boa: 52-79%				
	Regular: 37-51%				
	Ruim: 20-36%				
	Péssima: 0-19%				

Fonte: Propria autora, 2024.

Na **Tabela 12**, observa-se que o ponto da nascente possui sua qualidade da água até março de 2023, classificada como boa, perdendo qualidade na coleta do mês de maio, possivelmente por ser um ponto de baixas vazões em tempo seco (1,5 L/s a 9,1 L/s), somando a alta concentração de DBO (10,65 mg/L), baixo registro de OD (3,39 mg/L), e ter apresentado Cter (605 UFC/100 ML) e de fósforo (11,1 mg/L) relativamente alto nesta coleta. Isso confirma que em algum momento a nascente é atingida por poluentes, seja por esgotamento doméstico e/ou as atividades agrícola.

O ponto do Jacaré é o segundo de menor vazão em dias secos (12 L/s a 73 L/s) entre os pontos, tendo registrado os piores resultados de IQA, quando comparados aos demais, chegando a ter qualidade da água classificada como ruim na coleta de abril. Varios fatores podem explicar os IQA's como Bom/Razoável nesse ponto, como: diluição de água de boa qualidade da Fonte de Frizo (aproximadamente 800 metros a montante, horários de coleta fora de horário de pico (entre 08:30h às 11:15h), lançamento de efluentes com produtos de limpeza (reduzindo carga

microbiana), dentre outros. No entanto, mesmo assim, apresentou carga elevada de DBO na maioria dos pontos (75% em desacordo com a norma) e baixas concentrações de OD (1,35 a 3,47 em tempo seco) na maior parte das coletas.

Na **Tabela 12**, é perceptível a melhora em todos os resultados de IQA entre os pontos do Jacaré e Foz, mostrando certa capacidade de autodepuração nesse trecho. Essa afirmação é possível devido ao registro do aumento dos valores de IQA e algumas mudanças das classificações.

O IQA do ponto da Montante indica uma melhor qualidade de água em relação ao ponto da Foz, exceto para o mês de maio (**Tabela 12**), devido a uma alta concentração de fósforo toral nesse mês (10mg/L), possivelmente, originado de áreas agrícolas; e concentração de DBO em desacordo com a norma (possivelmente devido a algum lançamento de efluente ou corrente de retorno do lançamento do ponto da Foz).

O ponto do Rolo trás resultados de IQA melhores que o ponto do jacaré e da Foz, exceto no mês de maio, quando se compara ao ponto da Foz. Assim, o Rolo foi classificado em todos os momentos com IQA “Boa”. Esses resultados possivelmente se devem a certa capacidade de autodepuração do córrego/rio e suas diluições, quando observado o conjunto dos 9 parâmetros analisados em fórmula de IQA (**Tabela 12**).

Considerando limites de enquadramento mais exigentes, como estabelecido para outros estados (AL, MG, PR, RJ, RN e RS), nota-se, que a qualidade da água do Córrego de Frizo e Rio do Rolo, varia a sua coloração na maioria dos pontos de coleta, em relação a tabela anterior (**Tabela 11**).

Tabela 13: IQA CETESB para os pontos de monitoramento de Rio de Frizo e Rio do Rolo, considerando faixas de enquadramento mais exigentes estabelecidas para os estados: AL, MG, PR, RJ, RN e RS e as vazões de cada ponto nas datas de coleta.

Pontos monitorados	Nascente		Jacaré		Foz		Montante		Rolo	
	Data	IQA (%)	Q (L/s)	IQA (%)	Q (L/s)	IQA (%)	Q (L/s)	IQA (%)	Q (L/s)	IQA (%)
22/11/2022	66	31,88	57	255,04	75	613,68		1617,82	53	1881,56
19/12/2022			39	47,61	47	114,58	71	1086,28	65	1263,37
25/01/2023	78	4,42	63	35,33	73	85,02	59	1262,98	74	1468,87
23/02/2023			38	39,07	53	94,02	62	1592,8	70	1852,46
27/03/2023	69	9,17	37	73,38	51	176,57	79	2799,44	69	3255,81
27/04/2023			29	31,8	36	76,52	44	1095,09	54	1273,61
29/05/2023	41	4,28	43	34,24	61	82,38	46	1356,11	57	1577,18
29/06/2023			50	40,72	55	97,98	80	157,69	65	183,4
24/07/2023	67	7,44	55	59,54	60	143,26	73	1251,99	77	1456,04
25/08/2023			57	24,85	69	59,79	84	1215,29	72	1413,41
29/09/2023	53	1,78	46	14,24	59	34,27	70	109,07	69	126,85
31/10/2023			42	12,04	55	28,97	71	125,71	66	146,21
CLASSIFICAÇÃO CETESB	Ótima: 91-100%		Boa: 71-90%		Regular: 51-70%		Ruim: 26-50%		Péssima: 0-25%	

Fonte: Própria autora, 2024.

O IQA do ponto de vista dos estados mais exigentes (**Tabela 13**), traz uma análise mais preocupante e aparentemente mais real do ponto de vista visual do córrego/rio. Assim, observa-se, que o ponto da Nascente que tinha quase todos os resultados de IQA classificados como “Boa”, passa a ter apenas um. O ponto do Jacaré, que entre as doze coletas possuía apenas uma com classificação “Ruim”, passa a ter oito, mesmo existindo fatores de atenuação da poluição (diluição de vazão de água da fonte, coleta fora de horário de pico, dentre outras). O Ponto da Foz que possuía nove resultados de IQA “Boa” passa a ter apenas dois. O ponto da montante, que antes existia dois resultados de IQA como “Ótima” e nenhuma como “Ruim” passa a ter dois resultados como “Ruim” e o Ponto do Rolo, que possuía todas as classificações como “Boa” passa a ter apenas três.

Em uma análise de IQA e dados de vazão (**Tabela 13**), foi perceptível, a melhora da qualidade da água, entre os pontos “Jacaré” e “Foz”, que mede aproximadamente 2.245,65 km de distância. No entanto, ainda com dois resultados de IQA “Ruim”. Quando esse córrego encontra o Rio do Rolo, observa-se, que a vazão de maior expressão (Ponto da Montante) e melhor qualidade, consegue em pouco menos de 500 metros, resultados de IQA que eliminam resultados classificados como “Ruim”. Assim, identificou-se, que a maior vazão do Rio do Rolo, impactou de maneira expressiva na melhora das concentrações de poluentes do Córrego de Frizo, em um pequeno percurso do corpo hídrico.

Observou-se também, que a coleta em momento de chuva e considerável vazão (Novembro), na maioria dos pontos analisados, esteve com classificação “Regular”, o que demonstra, que em altas vazões e chuva, alguns parâmetros tiveram melhora na qualidade da água, mas em outros piora, possivelmente devido ao arraste de concentrações de poluentes para pontos mais distantes. Essa afirmação é possível quando identificado uma piora do IQA do ponto do “Jacaré” (IQA 57%) e o ponto do “Rolo” (IQA 53%).

De acordo com os autores FIA *et al* (2015) e PINTO, *et al* (2009), o menor valor de IQA’s registrado em seus estudos sobre qualidade da água foi em tempo de chuva, este último autor, tendo afirmado, que foram elevados valores de coliformes, sólidos totais e sólidos totais dissolvidos de seus resultados. Assim, analisando o mês de abril, de menor resultado de IQA, na maioria dos pontos, imagina-se, que apesar da coleta não ter ocorrido em momento de chuva, é possível que tenha tido precipitação horas antes ou em dia anterior a coleta, fator que possibilitaria o aumento do escoamento superficial, vazão e carreamento de esgoto, e explicaria os valores altos registrados nesse mês para CTer, DBO, Fósforo, Nitrogênio e turbidez na maioria dos pontos. Assim, recomenda-se, que em períodos chuvosos, evite-se o contato primário, nos pontos monitorados. Esta recomendação é emitida nos boletins de balneabilidade do INEMA (2024), acrescentando, sobre o perigo do arraste de diversos detritos, carreados das ruas através de galerias pluviais, que podem causar doenças.

A coleta em dia com muita chuva (novembro), apesar dos valores consideráveis de DBO (todos os pontos), fósforo (Nascente e Rolo), e turbidez (Jacaré) em alguns dos pontos, possivelmente teve o fator de diluição (devido as maiores vazões registradas), como fator de atenuação no valor final dos IQA’s, quando observa-se, por exemplo, a melhora considerável dos resultados de OD (acima de 5 mg/L), Ph

(próximo a 7), CTer (abaixo de 1000 mg/L) e Nitrogênio (abaixo 0,70 mg/L na maioria dos pontos) nos pontos. Ou seja, o efeito transportador do deflúvio foi menor que o de diluição nesse dia de coleta, tornando os resultados de IQA como regular, na maioria dos pontos, mesmo na classificação de estados mais exigentes.

6.3. MEDIDAS AMBIENTAIS PROPOSTAS

Diante aos impactos ambientais identificados neste estudo as medidas propostas por ponto de amostragem estão descritos no quadro a seguir.

Quadro 6: Medidas Ambientais Propostas.

Ponto	Medidas propostas
Nascente	<ul style="list-style-type: none"> • Cercamento e identificação, incluindo indicações proibitivas segundo norma ambiental); • Fiscalização ambiental de modo a impedir crescimento urbano desordenado; • Proibição do uso de defensivos agrícolas em áreas de preservação permanente; • Implantação de Sistema de Esgotamento Sanitário completo; • Educação ambiental de bairro.
Trecho Nascente-Jacaré	<ul style="list-style-type: none"> • Plantio de Mudas – (evitar carreamento de partículas); • Identificação da necessidade de preservação deste corpo hídrico, incluindo indicações proibitivas segundo norma ambiental); • Fiscalização ambiental de modo a impedir crescimento urbano desordenado; • Instalação de mais lixeiras e ponto de entrega voluntária de resíduos nos arredores; • Implantação de Sistema de Esgotamento Sanitário completo; • Educação ambiental de bairro; • Uso de técnicas no córrego/rio para retenção de resíduos (remoção de resíduos); • Limpeza periódica de bueiros e rede de drenagens; • Desassoreamento de corpo hídrico; • Em determinados trechos da APP, como nos entornos das duas fontes cimentadas, podem ocorrer intervenção, conforme indicado na Resolução N° 369/ 2006, no que tange a recuperação da área para a requalificação de área verde pública, sendo esta ação considerada como de utilidade pública.

	Assim promovendo memória histórica, prevenindo invasão/construção e a promoção da conscientização ambiental.
Trecho Jacaré - Foz	<ul style="list-style-type: none"> • Plantio de Mudas em margem de córrego – (evitar carreamento de partículas, nutrientes do solo, aumento da concentração de turbidez, sólidos totais, da água e etc); • Cercamento de APP; • Fiscalização ambiental de modo a impedir crescimento urbano desordenado e proibição de criação de animais nas margens do córrego; • Proibição do uso de defensivos agrícolas em áreas de preservação permanente; • Educação ambiental; • Cultivos Agrícolas sustentáveis.
Montante	<ul style="list-style-type: none"> • Fiscalização ambiental e proibição do uso de defensivos agrícolas em áreas de preservação permanente;
Trecho Montante - Rolo	<ul style="list-style-type: none"> • Fiscalização ambiental e proibição do uso de defensivos agrícolas nas margens do corpo hídrico; • Uso de técnica de retenção de resíduos sólidos; • Monitoramento da qualidade da água quanto a aspectos da balneabilidade e divulgação; • Educação ambiental.

Fonte: Própria autora, 2024.

Entre algumas das técnicas simples e de baixo custo que podem ser utilizadas na limpeza de um corpo hídrico, são sugeridas: Instalação de Ecobarreira em pontos estratégicos do Córrego de Frizo (trechos “nascente” “jacaré”) e Rio do Rolo, dificultando, que resíduos sólidos flutuantes de zona urbana sejam transportados para locais mais escondidos de difícil acesso de limpeza ou até mesmo para o Rio Piau e outros municípios. A técnica supracitada consiste em utilizar galões e uma rede de proteção forte fixadas a estacas de ferro de forma diagonal para facilitar a remoção dos resíduos. Esse sistema sobe à medida que o nível da água evolui e em casos de aumento considerável do corpo hídrico, ele se solta para que não arrebente (**Figura 25**) (Lemos, 2019).



Figura 25: Técnica de limpeza de Corpo Hídrico. **Fonte:** Lemos, 2019.

Na remoção dos resíduos é possível utilizar uma rede de capturar peixes com um Equipamento de Proteção Individual, que inclui uma espécie de macacão de borracha e uma bota (**Figura 25**) (Lemos, 2019).

Outra técnica simples de retenção de resíduos é instalar uma rede na foz da rede de drenagem pluvial (**Figura 26**) (City of Kwinana, 2019), objetivando a redução da poluição dos corpos hídricos por resíduos sólidos.

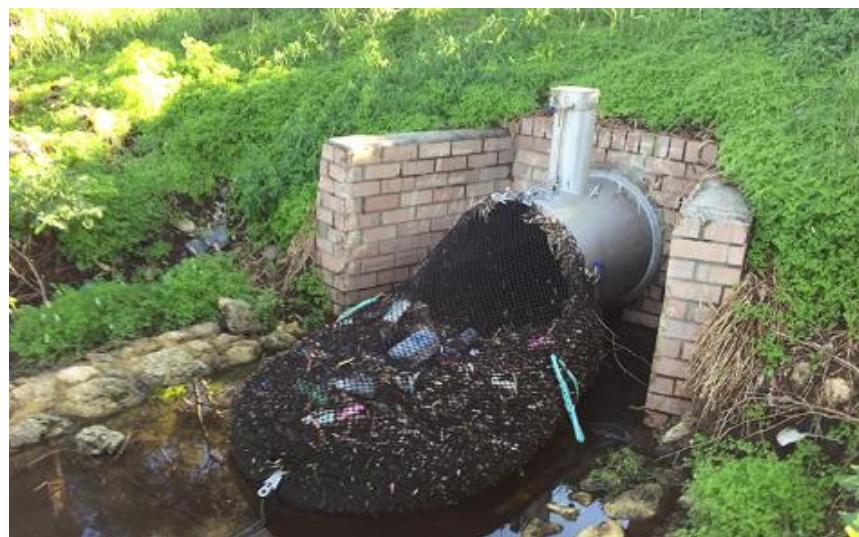


Figura 26: Dispositivo utilizado na cidade de Kwinana – Austrália. **Fonte:** City of kwinana, 2019.

A técnica usada na **Figura 26** foi empregada na cidade de Kwinana, na Austrália, em tubulação de drenagem de concreto para evitar poluição em uma reserva natural (City of Kwinana, 2019).

Sobre as edificações em margens do corpo hídrico não foram sugeridas as remoções de residências antigas devido ao grande impacto socioeconômico, entretanto, essa ação ocorreu em algumas cidades Brasileiras. Em casos mais extremos, na cidade de Itajuípe, na Bahia, como medida de recuperação ambiental, a partir da assinatura do TAC (Termo de Ajustamento de Conduta), uma média de 60 moradias foram removidas de margens de corpos hídricos, junto a mais 50 piquetes, que demonstrava o interesse de inclusão de novas edificações em APP (Santos et al., 2020).

No processo supracitado de retirada das famílias, o governo municipal não apresentou um plano de remanejamento dos ocupantes da APP, nem um cronograma de etapas e prazos para a desocupação para o Ministério Público. As famílias foram realocadas para um terreno público nas proximidades, criando-se um novo bairro. Não foram realizadas ações de infraestruturais básicas para receber a população realocada, como: obras de rede de abastecimento de água, esgoto, obras de terraplanagem, arruamento, ou iluminação pública na área, quando da remoção destas famílias. No entanto, o governo municipal garantiu o ressarcimento financeiro às famílias, além da realização da doação de alguns materiais de construção. Das 60 famílias, oito foram retiradas apenas depois de ordem judicial, visto, a negativa de abandono a construção. Após o remanejamento, foram realizadas ações das margens do rio, com plantio de espécies nativas e a fiscalização foi ampliada visando impedir novas invasões após o reassentamento das famílias (Santos et al., 2020).

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados quali-quantitativos observados nesse estudo foi possível constatar que a nascente urbana apesar de parcialmente protegida e apresentar aspectos visuais (coloração transparente, ausência de odor, mata ciliar) satisfatórios, se mostrou em determinados momentos impactada (análise quantitativa), possivelmente devido a poluição por esgotamento doméstico e/ou fatores agrícolas.

Do ponto de vista sanitário, a população ribeirinha possui considerável chance de adquirir doenças relacionadas a falta de saneamento básico pela proximidade de elevados números de residências as margens do córrego urbano, o qual, registrou nos pontos “Nascente” e “Jacaré” parâmetros em muitos momentos em desacordo com a norma. Sendo o ponto do Jacaré, considerado o mais impactado entre os monitorados.

O ponto da “Foz”, apesar de possuir uma distância relevante do ponto do “Jacaré” e ter apresentado alguns resultados de autodepuração, ainda carrega considerável carga de poluentes advindos da área urbana.

A medida de apenas cinco metros da foz (Foz do Córrego de Frizo) do ponto, “Foz”, até o ponto “montante” pode ter gerado resultados de qualidade da água incertos para alguns parâmetros (principalmente DBO e Coliformes Termotolerantes), devido a possibilidade de corrente de retorno. Entretanto, as análises de água apresentaram na maioria das coletas um resultado de qualidade da água melhor que os demais pontos avaliados. Assim, é sugerido, que caso ainda sejam realizados monitoramentos da qualidade da água, empreguem técnicas de coleta que aumente a distância deste ponto de coleta em relação a foz do Córrego de Frizo.

Foi constatado, que o município de Presidente Tancredo Neves destina considerável quantidade de esgotamento doméstico no Córrego Urbano de Frizo, transferindo parcela desses poluentes até o Rio do Rolo. Através dos resultados qualiquantitativos avaliados é possível afirmar, que o ponto de monitoramento “Rolo” consegue apresentar bons resultados de autodepuração, quando comparado ao ponto do “Jacaré”. No entanto, ainda é impactado, e possivelmente, transfere parcela de poluentes ao Rio Piau, atravessando assim a fronteira municipal. Devido a isso, é importante o monitoramento contínuo no ponto do Rolo, devido aos lançamentos de esgoto sanitário urbano e o contato primário da água.

Considerando o contato primário da água, é válido salientar, a existência de um alerta quanto a presença de $4,50 \times 10^3$ de CTer no ponto do Rolo. Este resultado torna a água imprópria para banho, mesmo tendo sido identificado melhoria da qualidade da água em relação ao ponto do “Jacaré” para outros parâmetros. Os registros de CTer mais altos foram identificados em coletas com vazões no ponto do Rolo de 1263,37 L/s e 1273,61 L/s. Ou seja, quando ocorreram as vazões mais altas, possivelmente, o fator de diluição contribuiu com a qualidade da água para este

parâmetro e baixas vazões, foram insuficientes para transportar a longas distâncias este poluente.

Os cálculos de IQA realizados e ilustrados nesse estudo, conseguem dar ao público leigo uma noção sobre a melhoria da qualidade da água do Córrego de Frizo e Rio do Rolo. Observou-se também, que o enquadramento a nível mais exigente trouxe resultados mais compatíveis com a realidade evidenciada nos pontos observados. É importante reconhecer, a partir da diferença entre esses resultados, como o estado da Bahia é mais permissível e tolerante aos impactos causados, o que pode ser cada vez mais danoso aos ecossistemas e, consequentemente, a saúde pública.

Diante da importância ambiental e histórica que o córrego de Frizo e Rio do Rolo possuem em Presidente Tancredo Neves e, consequentemente, no Baixo Sul, especialmente para as cidades que margeiam o Rio Piau e Rio Una, ao qual a Bacia do Rio do Rolo é afluente, torna-se necessário a implementação urgente de obras de esgotamento sanitário, intensificação de práticas de educação ambiental, além das demais medidas propostas nesse estudo, objetivando garantir a conservação e sustentabilidade da bacia hidrográfica avaliada e/ou minimizar os impactos ambientais propagados atualmente.

Este estudo possibilitará disseminar informações sobre os impactos ambientais a nível municipal, bem como, subsidiar posteriores pesquisas regionais que envolvam corpos hídricos subsequentes, a citar, o Rio Piau e Rio Una.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agencia Nacional de Águas. **Índice de qualidade das águas**. 2015. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#>>. Acesso em: 29 junho 2023.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Caderno de Recursos Hídricos**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos Brasília-DF, 2005. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf>. Acesso em 29 de abril de 2023.

ANA. Agência Nacional de Águas. Planos de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos D'Água. **Caderno de Capacitação em Recursos Hídricos**, vol. 5. 2013. Brasília.

ANDRADE, H.O. Estudo agro climatológico do feijão *phaseolus vulgaris*, aplicado à bacia hidrográfica do Rio UnaBA (1990-2008): uma abordagem da climatologia geográfica, 2011.

APHA; AWWA & WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th. ed. 1999.

ARAÚJO, M.C.D.E; OLIVEIRA, M.B.M. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. **Ambient. Água.** 2013 vol. 8, n. 3, 2013.

BEZERRA, R.A.R.; MARQUES, B.S.; ALMEIDA, F.B.; SAMPAIO, W.M.S.; GIONGO.P.; SILVA, A.M. Estudo de variação de turbidez (n.t.u) do rio santa maria da vitória, entre os municípios de santa maria do jetibá e santa leopoldina estado do espírito santo. **Revista Científica Univিচosa**, v. 7, n. 1, 2015.

BARROS, F. *et al.* Impact of poor sanitation on health in developing countries: systematic review and meta-analysis., v. 13, n. 10, 2018.

BAUMGARTEN, M. DA G. Z.; POZZA, S. A. Qualidade de Águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. FURG ed. Rio Grande: [s.n.], 2001.

BETTEGA, J.M.P.R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C.A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciencia e Agrotecnologia**, v.30, n.5, 2006.

BOBADILHO, R.S. A problemática dos rios urbanos costeiros: entraves e possibilidades para a qualidade ambiental e social. Programa de Pós Graduação de Gerenciamento Costeiro. 2014. Disponível em <<https://gerenciamentocosteiro.furg.br/images/dissertacoes/030-Rosani-Sola-Bobadilho.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2024.

BRASIL. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 12.651. 2012.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”. Disponível em: “chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf”. Acessado em: 20 de janeiro 2024.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274, 29 de novembro de 2000. “Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras”. Disponível em: Acessado em: 20 de janeiro de 2024.

BRASIL. Lei 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. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 24 de abril de 2024.

BRASIL. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 - Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível https://bvsms.saude.gov.br/2011/prt2914_12_12_2011. Acessado em: 24 de janeiro de 2024.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº5 de 3 de outubro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-de-produtos-origem-vegetal/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-de-consolidacao-no-5-de-3-de-outubro-de-2017.pdf/view>>. Acessado em: 24 de janeiro de 2024.

CAMPOS, P.C.O.; PAZ,T.S.L.; LENSL.; QIU,Y.. ALVES,C.N.; SIMONI,A.P.R.; AMORIM,J.C.C.; LIMA,G.B.A.; RANGEL,M.P.PAZ,I. Multi-Criteria Decision Method for Sustainable Watercourse Management in Urban Are. **Sustainability**, V.12, 2020.

CETESB - Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo_2016.

CETESB - SÉRIE MANUAIS - Água, Saúde e Desinfecção - São Paulo – 1991. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacg/e/elagua.htm>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

CETESB. Apêndice e índices de qualidade das águas, critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos e indicador de controle de fontes. 2021. Disponível em:<<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2022/11/Apendice-E-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>>. Acesso em: 30 de março de 2023.

CETESB. Apêndice e significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 2016. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2018/03/Apendice-E-Significado-Ambiental-e-Sanitario-das-Variaveis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em: 29 de junho de 2023.

CETESB. Rastreamento de fontes de contaminação fecal humana e animal em amostras ambientais empregando métodos fenotípicos e genotípicos. 2019. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/Rastreamento-de-Fontes-de-Contaminacao-Fecal-Humana-e-Animal.pdf>>. Acesso em: 15 de julho de 2023.

CETESB. Conformidade ambiental com requisitos técnicos e legais. 2018. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/33/2018/07/Apostila-Fundamentos-do-Controle-de-Poluicao-das-Aguas.pdf>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2024

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais | Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade, 2014. Disponível em:<<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Apendice-D-Significado-Ambiental-e-Sanitario-das-Variaveis-de-Qualidade-29-04-2014.pdf>>. Acesso em: 13 de julho de 2023.

CGMA, CDT, MDA. Perfil territorial: Baixo Sul Bahia. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2015. CGMA. Coordenação de Gestão, Monitoramento e Avaliação. Perfil territorial, Baixo Sul Bahia. 2015. Disponível em: <http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_021_Baixo%20Sul%20-%20BA.pdf>. Acesso em: 31 de agosto de 2022.

CIDADE BRASIL. Município de Presidente Tancredo Neves, 2021. Disponível em:<<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-presidente-tancredo-neves.html>>. Acesso em: 07 de março de 2023.

CLIMATE - DATA. Dados climáticos para cidades mundiais, 2021. Disponível em <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/presidente-tancredo-neves-43346/>>. Acesso em 07 de março de 2023.

EPA. Parameters of Water Quality: Interpretation and Standards. Wexford: [s.n.], 2001.

FIA, R.; TADEU, H. C.; MENEZES, J. P. C.; FIA, F. R. L.; OLIVEIRA, L. F. C. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.20, n.1, p.267-275, 2015.

FONSECA, B. M. *et al.* Nutrient baselines of Cerrado low-order streams: comparing natural and impacted sites in Central Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, n. 1, p. 19–33, 2014.

FREITAS, V.A.L. Contribuição ao processo de regionalização de vazões: Análise de métodos e variáveis explicativas. Universidade Federal de Pernambuco, 2002. Disponível em<chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5823/1/arquivo6672_1.pdf>.

GAGG. Levantamentos hidrográficos – noções gerais. IGEO – Departamento de Geodesia. 2016. Disponível em:<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/157210/001020445.pdf>>. Acesso em: 11 de abril de 2023.

GANDU. Comitê de Bacia Hidrográfica. Relatório de qualidade da água do Rio Piraí a montante do Túnel de Tócos, na região hidrográfica II – GANDU, em conformidade com o plano estratégico de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Gandu da Guarda e Gandu Mirim. Relatório Consolidado janeiro a dezembro-2016. 2017. Disponível em:

<http://sigaceivap.org.br/publicacoesArquivos/guandu/arq_pubMidia_Processo_070-2014_P4.pdf>. Acesso em 18 de ago de 2023.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B; GAVA J. R. F. *Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações*. São Paulo. Nobel, 2008.

GUIMARÃES, R.; PEÇANHA, B.; GONÇALVES, A. Monitoramento da qualidade da água do rio Piraí à montante de tocos, na região hidrográfica II-guandu sea Project revisão 2 relatórios sp 627. 2014. Disponível em: <http://sigaceivap.org.br/publicacoesArquivos/guandu/arq_pubMidia_Processo_070-2014_P4.pdf>. Acesso em: 8 de agosto de 2023.

GOÑI, M. A. *et al.* Fluxes and sources of suspended organic matter in an estuarine turbidity maximum region during low discharge conditions. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 63, 2005.

GOOGLE MAPS. 2022. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/dir/Salvador>>. Acesso em: 28 de julho de 2022.

HUNTER, P. R. *et al.* Water, sanitation, and hygiene (WASH) and COVID-19. **Journal of Water and Health**, n. 6, p. 823–829, 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola. Lavoura permanente. Presidente Tancredo Neves. 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/presidente-tancredo-neves/pesquisa/15/11863?tipo=cartograma&indicador=12061>>. 2024. Acesso em: 31 de agosto de 2023.

INEMA. Plano das Bacias do Recôncavo Sul. Produtos. Cartogramas. Climático. 2018. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/plano-da-bacia-do-reconcavo-sul/>>. Acesso em: 05 de mar de 2023.

INEMA. Balneabilidade. Boletim de balneabilidade. 2024. Disponível em <<http://balneabilidade.inema.ba.gov.br/index.php/relatoriodebalneabilidade/geraBoletim?idcampanha=79033>>. Acesso em: 05 de Ago de 2024.

INEMA. Plano das Bacias do Recôncavo Sul. Produtos. Síntese Executiva do PRHRC, 2018. Disponível em:< <http://www.inema.ba.gov.br/plano-da-bacia-do-reconcavo-sul/>>. Acesso em: 05 de mar de 2023.

INEMA. Plano de Recursos Hídricos e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água das bacias Hidrográficas do Recôncavo Sul. Enquadramento dos Corpos de Água da BHRC, 2018. Disponível em:<<http://www.inema.ba.gov.br/wp->>

content/uploads/2021/04/PF-04-Enquadramento-dos-Corpos-de-%C3%81gua-das-BHRS.pdf>. Acesso em: 05 de mar de 2023.

Jenson, S.K., Domingue, J.O. 1988. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 54(11), 1593-1600.

LAGES, A.S.; MIRANDA,S.A.F.; ALBUQUERQUE,S.D.; CETAURO,A.; BRINGELS.R.B. Índice de Qualidade de Água (IQA) aplicado às Águas naturais da cidade de Manaus – AM. Congresso Online Nacional de Química CONDEQUI, 2021. Disponível em: <https://cdn.congresse.me/rgkj925xekw664k9lt6xs8jymsd2>. Acesso em: 06 de junho de 2023.

LEMOS, V. Vendedor cria barreira ecológica para retirar lixo e salvar rio em que aprendeu a nadar na infância. **BBC News Brasil**. 2019. Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-49009566>. Acesso em: 16 de março de 2024.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de água. Característica das Águas naturais. Capítulo 2. 2008.

LIMA, N. F. S.; SILVA, J. G. DA; MONTE-MOR, R. C. DE A. Estudos da qualidade da água dos esgotos domésticos da Cidade de João Monlevade – MG, em relação às normatizações. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e8799108876, 24 out. 2020.

MARTINS, L.C.; SOUZA, A.F. Observatório da Água. Edita livros produções Editoriais, 2022. Disponível em:<<https://www.unisantos.br/wp-content/uploads/2022/06/OBSERVATORIO-DA-AGUA-compactado-compactado.pdf>>. Acesso em: 13 de julho de 2023.

MATOS, D. Análise sistêmica da sub-bacia do riacho do Ipiranga. Presidente Tancredo Neves- Bahia,2017.

MEDEIROS, W. M. V.; SILVA, C. E. da; LINS, R. P. M. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. **Rev. Ambiente e Água**, v. 13, n. 2. 2018.

MONTOVANI,C.P. Condutividade elétrica e cloretos como indicador da qualidade de água. 2021. Disponível em <file:///C:/Users/Lane/Downloads/montovani_camilapereira_d.pdf> Acesso em: 29 de Ago de 2024>.

NETO, F.O.L.; LIRA, N.F. Aspectos Geográficos da Orla Fluvial da Cidade de Oiapoque, Amapá - Brasil: Diagnóstico dos Impactos Ambientais. **Geo**. UERJ, Rio de Janeiro, n. 40, 2021.

NUNES, D. Aportes para uma história da regulação jurídica da água no Brasil a partir do Código de Águas de 1934. **Revista de Direito Administrativo**, v. 281, n. 1, p. 233–270, 2020.

PALMA-SILVA, G. M. Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí - SP. 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

PALMA-SILVA, G.M. Relação dos indicadores microbiológicos com outros parâmetros limnológicos no Rio Corumbataí, SP, no intuito de propor um modelo matemático para gestão ambiental. UNESP. 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/103976/palmasilva_gm_dr_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 de junho de 2023.

PERCEBON, C.M.; BITTENCOURT, A.V.L.; FILHOE.F.DA.R. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, n 56. 2005.

PINTO, D. B. F.; SILVA, A.M.; MELLO, C.R.; COELHO, G. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande - MG, Brasil. **Engenharia Rural • Ciênc. agrotec.** 2009.

PMPTN. Portal da Prefeitura Municipal de Presidente Tancredo Neves. 2021. Disponível em: <<http://www.presidentetancredoneves.ba.gov.br/artigo?codArtigo=2981>>. Acesso em: 26 de 09 de 2023.

PRSB. Plano Regional de Saneamento Básico MSB Litoral Sul e Baixo Sul. Diagnóstico - Meta 3. 2021.

RANKINGS, S.I. Water erosion of dystrophic Red Latosol (Oxisol). **Ciência no solo. Pesquisa Agropecuária Tropical**, v25, N 2, 2015.

REIS, I; FERNANDES, C.E; FERNANDES, L.I.F.A.; Ocupação urbana: uso desordenado dos recursos hídricos no córrego João Cesário em Anápolis-GO. **BJD**. v. 6, n. 1, 2020. Disponível em <<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/5984/5335>>. Acesso em: 28 de julho de 2022.

SHARPLEY, A.N.; REKOLAINEN, S. Phosphorus in agriculture and its environmental implications. In: TUNNEY, H.; CARTON, O.T.; BROOKES, P.C.; JOHNSTON, A.E. (Ed.) *Phosphorus loss from soil to water* CAB International, New York, EUA, p. 1-53, 1997.

SANTOS, G. O., SILVA, A. A., BRAZ, A. R. C., CARNEIRO, F. M. Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas inseridas no município de Rio Verde, Goiás, como ferramenta ao planejamento urbano e agrícola. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 22, n. 17, p. 1- 13, 2018.

SANTOS, M.V.O.J; JESUS, M.C.O; LISBOA, J.J; PIRIS, M.M. Ações mitigadoras na desocupação de área de preservação permanente em Itajuípe. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, vol. 29, n.º 2, p. 412-426, 2020.

SANTOS, C.O; FERREIRA, J.A. Método do flutuador como ferramenta para monitoramento do comportamento hidrológico de córrego urbano. **Holos environment**. 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/Lane/Downloads/12355-Texto%20do%20Artigo-4508-65476-10-20191206%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Lane/Downloads/12355-Texto%20do%20Artigo-4508-65476-10-20191206%20(4).pdf). Acesso em: 12 de abr de 2023.

SGM. Superintendência de Geologia e Recursos minerais. 1994. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br/side/resposta.wsp?tmp.cbmun.mun=2925758>>. Acesso em 02 de agosto de 2022.

SHARPLEY, A.N.; REKOLAINEN, S. Phosphorus in agriculture and its environmental implications. In: TUNNEY, H.; CARTON, O.T.; BROOKES, P.C.; JOHNSTON, A.E. (Ed.) *Phosphorus loss from soil to water* CAB International, New York, EUA, p. 1-53, 1997.

SILVA, J. S., VENTURA, G. P. S., SILVA, G., & VIEIRA, L. J. O. (2018). A utilização dos métodos de medição acústico doppler e flutuador como ferramenta para medição de vazão e velocidade em corpos hídricos—notas de uma experiência de campo. *Acta Geográfica*, v. 12, n. 28, p. 170-177, 2018.

SILVA, M.N. DE A. Diagnóstico ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Una Mirim – Bahia. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/20608>>. Acesso em: 5 de mar de 2023.

SIRHESC. Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina. Enquadramento dos Corpos de Água. 2024. Disponível em: http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=11&idMenu=246. Acesso em: 18 de agosto de 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Água e Esgoto. **Série Histórica**. Ministério do Desenvolvimento Regional. 2019. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 29 de maio de 2022.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snис>. Acesso em: 05 de setembro de 2023.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.19, n.3. 2014. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/s1413-4152201401900001097> Acesso em: 10 de nov. de 2021.

STRAHLER, A.N. Dynamic basis of geomorphology. *Bull. Geol. Soc. Am.*, v.63. New York, 1952.

TCHOBANOGLOUS, G.; BURTON, F.; STENSEL, H. D. *Wastewater Engineering: Treatment and reuse in.* 2003.

TUCCI, C.E.M. (Organizador). 2004. Hidrologia: Ciência e Aplicação, 3^a edição, Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH.

TOLEDO, L.Q.L.L.; VARGAS,I.S; MOTA,V.R.; MORAES,I.A.; PEREIRA,O.D.E.O; GOMES,M.H.R.; SILVA,A.L.G.; MAIA,L.R.F.T.; FEITOSA,C.A.; PATROCÍCIO,R.E. Diagnóstico preliminar da qualidade e da quantidade de água do ribeirão das rosas em juiz de fora - MG. III SRHPS - Simpósio de recursos hídricos do rio paraíba do sul. 2018.

VON SPERLING, M. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, v. 01. 4^o Edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

Anexo



O município de Presidente Tancredo Neves, situado na região do Baixo Sul da Bahia e cercado por Valença, Taperoá, Teolândia e Mutuípe, está na Região de Planejamento e Gestão das Águas do Recôncavo Sul - RPGA IX.

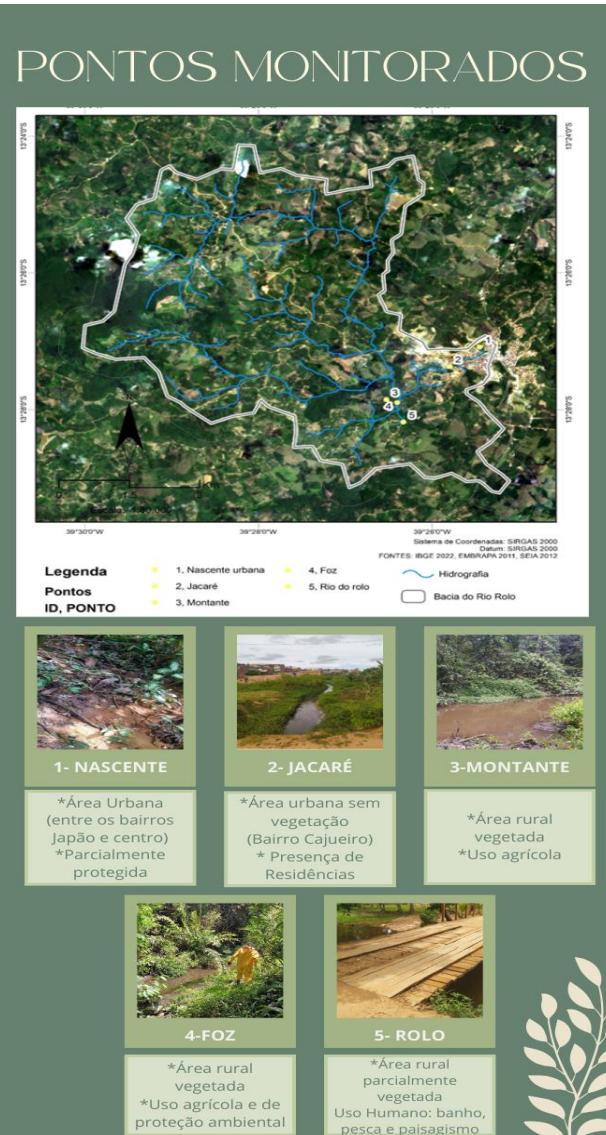
Este estudo foca nas microbacias do Córrego de Frizo e de parte do Rio do Rolo. A primeira microbacia nasce na área urbana do município e forma um córrego que deságua no Rio do Rolo, que segue para o Rio Piau, seguindo para o Oceano Atlântico.

A pesquisa surgiu devido ao crescimento urbano desordenado em volta do Córrego de Frizo e ao lançamento de esgoto nesta APP, afetando a qualidade da água e possivelmente também a saúde pública. O estudo visa avaliar a qualidade da água, a balneabilidade e propor medidas mitigadoras.

METODOLOGIA

Foram determinados 5 pontos de monitoramento: Nascente, Jacaré, Foz, Montante e Rolo, tendo feito:

- Coleta mensal da água (exceto para nascente: bimestral)
- Análise de parâmetros físico, químicos e biológico.
- Análise do Índice de Qualidade da Água (IQA)
- Uso de métodos de medição de Vazão: Batimetria - Método do Flutuador



BALNEABILIDADE

A partir do CONAMA 274, que trata sobre a balneabilidade de corpos hídricos, foram avaliados os pontos e trechos da área de estudo, considerado inapropriados para contato primário (contato direto do usuário com os corpos de água, ex: natação e mergulho.) quando:

- O quantitativo de coliformes termotolerantes for maior que 1.000 mg/L;
- Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários e outros;
- pH < 6,0 ou pH > 9,0

Tabela 1: Qualidade da água quanto a balneabilidade no Córrego de Frizo e Rio do Rolo para contato primário (CEPRAM 274/00).

Data	Nascente	Jacaré	Foz	Afluente	Rolo
	Cter Mg/L	Cter Mg/L	Cter Mg/L	Cter Mg/L	Cter Mg/L
22/11/2022	<1	430	31		64
19/12/2022		1100	1980	20	48
25/01/2023	<1	34	<1	25	10
23/02/2023		270	20	8	4
27/03/2023	<1	910	120	5	190
27/04/2023		2200	5700	910	4500
29/05/2023	650	415	412	393	195
29/06/2023		<1	<1	<1	395
24/07/2023	43	111	135	96	68
25/08/2023		42	16	29	56
29/09/2023	63	98	41	35	16
31/10/2023		19	91	58	39

CLASSIFICAÇÃO

- Excelente: Cter < 250 mg/L
- Bom: Cter < 500 mg/L
- Satisfatório: Cter < 1000 mg/L
- Inapropriado: não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias

O ponto da nascente foi considerado inapropriado nas coletas em que o pH esteve abaixo de 6. O Ponto do jacaré com resultados abaixo de 1000 Cter se tornou inapropriados por receber despejos de esgoto e presença de resíduos sólidos no ponto e/ou nas proximidades e o Ponto da Foz, por receber excrementos de animais da bacia do Córrego de Frizo. Por fim o Ponto do Rolo apresentou um alerta, devido esse ponto ser utilizado por banhistas, e ter identificado um alto registro de Coliformes Termotolerantes em uma das coletas (abril), quando a vazão do ponto do Rolo alcançou aproximadamente 12.000 L/s.

Observou-se que baixas vazões não eram suficientes para levar a longas distâncias quantidades significativas de Cter e altas vazões possivelmente teve o fator de diluição como benéfico para o mesmo parâmetro.

Considerando os resultados de IQA (Tabela 2) de estados mais exigentes, pode-se afirmar que o ponto do jacaré obteve os piores valores. No entanto, é possível identificar uma certa capacidade de autodepuração até o ponto da Foz (coloração e valores de IQA maiores).

Itabela 2: IQA CETESB para os pontos de monitoramento de Rio de Frizo e Rio do Rolo, considerando faixas de enquadramento mais exigentes

	Nascente	Jacaré	Foz	Montante	Rolo
Data	IQA (%)	IQA (%)	IQA (%)	IQA (%)	IQA (%)
23/11/2022	66	57	75		53
19/12/2022		69	47	71	65
25/01/2023	78	63	73	59	74
23/02/2023		69	53	62	70
27/03/2023	69	51	51	79	69
27/04/2023		59	59	56	54
29/05/2023	81	45	61	46	57
29/06/2023		50	55	80	65
24/07/2023	67	55	60	73	77
25/08/2023		57	60	84	72
29/09/2023	53	46	58	70	69
31/10/2023		62	55	71	66
CLASSIFICAÇÃO CETESB	Ótima 91-100% Boa 73-90% Regular 51-70% Peculiar 31-50% Ruim 0-30%				

O ponto da montante é o de maior vazão e de melhor qualidade, na maior parte do tempo, quando observado os maiores números de IQA com classificação "BOA". Os dois IQA's de menor valor registrados, pode ser advindo de corrente de retorno, carreado poluentes da Foz do Córrego de Frizo, devido o pouco distanciamento do ponto de coleta, visto, a ausência de residências observada.

O ponto do Rolo foi o único que não apresentou IQA "RUIM", demonstrando a melhora da qualidade da água até este ponto. Sallenta-se, que apesar da melhora, parcela de poluentes advindo principalmente da zona urbana chega nesse ponto, e possivelmente ao Rio Piau. Assim, medidas mitigadoras devem ser tomadas, como: implantação de sistema coletivo de esgotamento sanitário, ampliação das ações de educação ambiental, aumento da fiscalização ambiental como fator impeditivo de crescimento urbano desordenado em volta da APP urbana e do cumprimento do Código Florestal estimulando a agricultura sustentável, dentre outros.

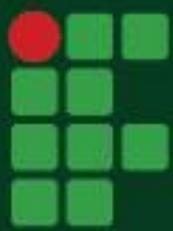


- Não lançar esgoto na rede de drenagem pluvial;
- Instalar um sistema de tratamento individual de efluente sanitário (ex: fossa séptica seguida de sumidouro), quando inexistente o sistema coletivo de esgotamento sanitário;
- Participar da coleta seletiva de resíduos sólidos dispondo seus resíduos nos pontos de coleta ;
- Não construir em Áreas de preservação permanente (margem de córrego, lagos, nascentes e etc);
- Não desenvolver atividade agrícola nas proximidades de córregos/rios, mantendo as matas ciliares originais;
- Solicitar dos setores responsáveis o devido investimento em saneamento básico.



IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES GERADOS DO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE TANCREDO NEVES (BA) NO CORREGO FRIZO - BACIA HIDROGRÁFICA DO RECONCAVO SUL.





**INSTITUTO
FEDERAL**

Baiano

Campus
Serrinha