



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

JOSÉ EMANOEL CONRADO DA COSTA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO RIACHO COROATÁ, ELESBÃO VELOSO
– PI: IMPACTOS DO CRESCIMENTO URBANO E DOS EFLUENTES NO
ECOSSISTEMA LOCAL

TERESINA – PI

2024

JOSÉ EMANOEL CONRADO DA COSTA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO RIACHO COROATÁ, ELESBÃO VELOSO – PI:
IMPACTOS DO CRESCIMENTO URBANO E DOS EFLUENTES NO
ECOSSISTEMA LOCAL

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Joaquim da Silva.

TERESINA – PI

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Costa, José Emanuel Conrado da

C837d Diagnóstico ambiental do riacho Coroatá, Elesbão Veloso ? PI : impactos do crescimento urbano e dos efluentes no ecossistemas local / José Emanuel Conrado da Costa. - 2024.
61 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2024.

Orientador : Prof Dr. Antônio Joaquim da Silva.

1. Recurso hídrico . 2. Crescimento urbano. 3. Qualidade da água. I.Título.

CDD - 577

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

JOSÉ EMANOEL CONRADO DA COSTA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO RIACHO COROATÁ, ELESBÃO
VELOSO –PI: IMPACTOS DO CRESCIMENTO URBANO E DOS
EFLUENTES NO ECOSSISTEMA LOCAL

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Central.

Aprovada em: 01/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Joaquim da Silva (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Fabrício Napoleão Andrade
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Daniel Silva Veras
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Aos pais, avô, namorada e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me propiciar chegar até aqui, com muita saúde e vitalidade, sem sua bênção e força, nada disso seria possível. Ao professor e orientador Antônio Joaquim da Silva, por todo suporte necessário.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha família, que é minha base. Ao meu avô, José Alves da Costa, minha mãe, Cristiane Alves da Silva, e meu pai, João Conrado da Costa, por todo o apoio e incentivo incondicionais ao longo desta jornada.

Aos meus irmãos, Camila Benedita Alves da Silva, e João Victor Conrado da Costa, por sempre estarem na torcida pelo meu sucesso me dando forças nos momentos mais desafiadores.

Um agradecimento especial para minha namorada Regiane Cirqueira de Lira, ao meu amigo Francisco das Chagas Paiva, que contribuíram imensamente na construção do meu TCC, a ajuda de vocês foi fundamental para a realização deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos de curso pelo companheirismo e amizade durante estes anos acadêmicos.

A todos, o meu muito obrigado!

RESUMO

O crescimento urbano desordenado e sem planejamento adequado, juntamente com o despejo irregular de efluentes causam graves impactos ambientais, especialmente na qualidade dos recursos hídricos ali inseridos. O objetivo deste trabalho foi apresentar um diagnóstico ambiental do riacho Coroatá, localizado no município de Elesbão Veloso, Piauí, com foco nos impactos negativos causados pela expansão urbana sem planejamento. A pesquisa foi realizada em um trecho do riacho, tanto no período chuvoso quanto no período seco, com a realização de análises físico-químicas e microbiológicas da água. Os resultados das análises foram comparados com os padrões estabelecidos pelas Resoluções Conama nº 357/2005 e nº 274/2000. Além disso, os dados obtidos indicam que o crescimento urbano descontrolado, incluindo a ocupação irregular das margens, viola a Área de Preservação Permanente (APP) do riacho, comprometendo a mata ciliar e a qualidade da água. Foram identificados altos níveis de contaminação por coliformes totais e *Escherichia coli*, superando os limites legais para balneabilidade, tornando a água imprópria para atividades recreativas e consumo humano. As análises físico-químicas revelaram variações nos parâmetros de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos totais, principalmente durante o período seco, destacando o impacto da urbanização e da poluição no curso d'água. O estudo conclui que, além da poluição e degradação ambiental, a expansão urbana sem planejamento compromete a integridade ecológica do riacho Coroatá.

Palavras-chave: recurso hídrico; crescimento urbano; qualidade da água.

ABSTRACT

Disorderly urban growth and without adequate planning, together with the irregular discharge of effluents, cause serious environmental impacts, especially in the quality of the water resources inserted there. The objective of this work was to present an environmental diagnosis of the Coroatá stream, located in the municipality of Elesbão Veloso, Piauí, focusing on the negative impacts caused by unplanned urban expansion. The research was carried out in a stretch of the stream, both in the rainy and dry seasons, with physical-chemical and microbiological analyses of the water. The results of the analyses were compared with the standards established by Conama Resolutions No. 357/2005 and nº. 274/2000. In addition, the data obtained indicate that uncontrolled urban growth, including the irregular occupation of the banks, violates the Permanent Preservation Area (APP) of the Coroatá stream, compromising the riparian forest and water quality. High levels of contamination by total coliforms and *Escherichia coli* were identified, exceeding the legal limits for bathing, making the water unsuitable for recreational activities and human consumption. The physicochemical analyses revealed variations in the parameters of pH, electrical conductivity, dissolved oxygen and total solids, especially during the dry season, highlighting the impact of urbanization and pollution on the watercourse. The study concludes that, in addition to pollution and environmental degradation, urban expansion without planning compromises the ecological integrity of the Coroatá stream.

Keywords: water resources; urban growth; water quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa de Localização do município de Elesbão Veloso - PI.....	14
Figura 2: Mapa de localização dos pontos analisados no trecho do riacho Coroatá.....	27
Figura 3: Mapa de diferenciação do crescimento da zona urbana da cidade de Elesbão Veloso – PI entre os anos 2010 e 2023.....	32
Figura 4: Mapa da zona de limite e violação da área de preservação permanente (APP), do riacho Coroatá dentro do perímetro urbano de Elesbão Veloso – PI	36
Figura 5: Nível de conservação da zona de APP do ponto 1, do riacho Coroatá.....	38
Figura 6: Nível de conservação da APP do ponto 2, do trecho do riacho Coroatá.	39
Figura 7: Nível de conservação da APP do ponto 3, no trecho do riacho Coroatá.	40
Figura 8: Nível de conservação da APP do ponto 4, do trecho do riacho Coroatá.	41
Figura 9: Nível de conservação da APP do ponto 5, do trecho do riacho Coroatá.	42
Figura 10: Identificação do despejo direto de esgotos no corpo do riacho Coroatá.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Padrões qualitativos, exigidos pela Resolução Conama nº357 de março de 2005, para qualidade de água	29
Tabela 2: Padrões qualitativos exigidos pela Resolução nº 274, que trata dos índices microbiológicos para balneabilidade	30
Tabela 3: Resultados das análises físico-químicas, do Potencial Hidrogeniônico (PH), Temperatura, Salinidade, Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido (OD) e Sólidos Dissolvidos (TDS), nos períodos chuvoso e seco, realizadas no local.....	43
Tabela 4: Resultados das análises físico-químicas, Fósforo, Amônia, Nitrito e Nitrato, nos períodos chuvoso e seco.....	46
Tabela 5: Resultados das análises microbiológicas de Escherichia Coli, dos 5 pontos do trecho do riacho Coroatá entre os períodos chuvoso e seco.	48
Tabela 6: Resultados das análises microbiológicas de Coliformes Totais, dos 5 pontos do trecho do riacho Coroatá entre os períodos chuvoso e seco.	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	BACIA HIDROGRÁFICA	17
3.1.1	Divisão de Bacias Hidrográficas	17
3.1.2	Bacia hidrográfica do Parnaíba e sub bacia do rio Poti	18
3.1.3	Comitê de Bacias Hidrográficas	19
3.2	GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	20
3.3	LEGISLAÇÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL	21
3.4	IMPACTO AMBIENTAL	23
3.5	CRESCIMENTO URBANÍSTICO.....	24
3.6	MATA CILIAR	25
3.7	EFLUENTES E ESGOTOS.....	26
5	MATERIAIS E METODOS	27
6	RESULTADOS	33
6.1	DO CRESCIMENTO URBANO	33
6.2	DA ZONA DE APP	35
6.3	DOS RELATÓRIOS FOTOGRÁFICOS	38
6.4	DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	43
6.5	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	48
7	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS.....	54

APÊNDICE A - ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO	60
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

Os corpos hídricos são elementos essenciais dos ecossistemas terrestres, pois desempenham funções importantes para a manutenção da vida e o equilíbrio ambiental, servindo de habitat para uma diversidade de espécies aquáticas, tendo influência direta no clima e no ciclo hidrológico e, além disso, são indispensáveis para atividades humanas, como o abastecimento de água, a agricultura, a indústria, entre outras (Barbino et al, 2024).

O modo como esses recursos naturais são utilizados e gerenciados está intimamente relacionado à Resolução Conama nº 430/11 (Brasil, 2011). Este marco regulatório estabelece diretrizes e normas para o manejo e proteção desses recursos vitais, buscando assegurar um uso racional e sustentável, garantindo assim a preservação dos benefícios ambientais e sociais que os corpos hídricos proporcionam.

Diante disso, compreende-se a importância de preservar e conservar as fontes de água, especialmente nas áreas urbanas, onde o índice de poluição é mais intenso. O município de Elesbão Veloso do Piauí é um exemplo axiomático desse desafio, por apresentar crescimento urbanístico elevado, evidenciado pela construção acelerada de residências e estabelecimentos comerciais, o que tem causado um aumento significativo na produção e no despejo inadequado dos efluentes, e também a perda das matas ciliares dentro dos limites da Área de Proteção Permanente (APP) no ecossistema de um importante corpo hídrico da cidade, o Riacho Coroatá.

O Riacho Coroatá emerge como o corpo hídrico mais afetado pelo desenvolvimento urbanístico da cidade de Elesbão. Localizado no município de Elesbão Veloso, Piauí, o Riacho Coroatá é um corpo hídrico de grande valor histórico e cultural para a cidade. Originalmente, a região era chamada de “Povoado Coroatá”, pois foi ao longo das margens do riacho que se estabeleceram as primeiras feiras públicas, marcando o início da história urbana da localidade. Com o tempo, o município recebeu o nome atual em homenagem a Elesbão de Castro Veloso, diretor da Empresa de Correios e Telégrafos, que instalou uma agência da empresa no povoado (IBGE, 2022).

Ao longo dos anos, o riacho desempenhou um papel fundamental na vida dos habitantes, fornecendo água para diversas atividades, servindo como ponto de lazer e contribuindo para as tradições culturais da região. Contudo, o crescimento urbanístico desordenado e o despejo inadequado de efluentes ameaçam a integridade ecológica e a qualidade das águas do riacho.

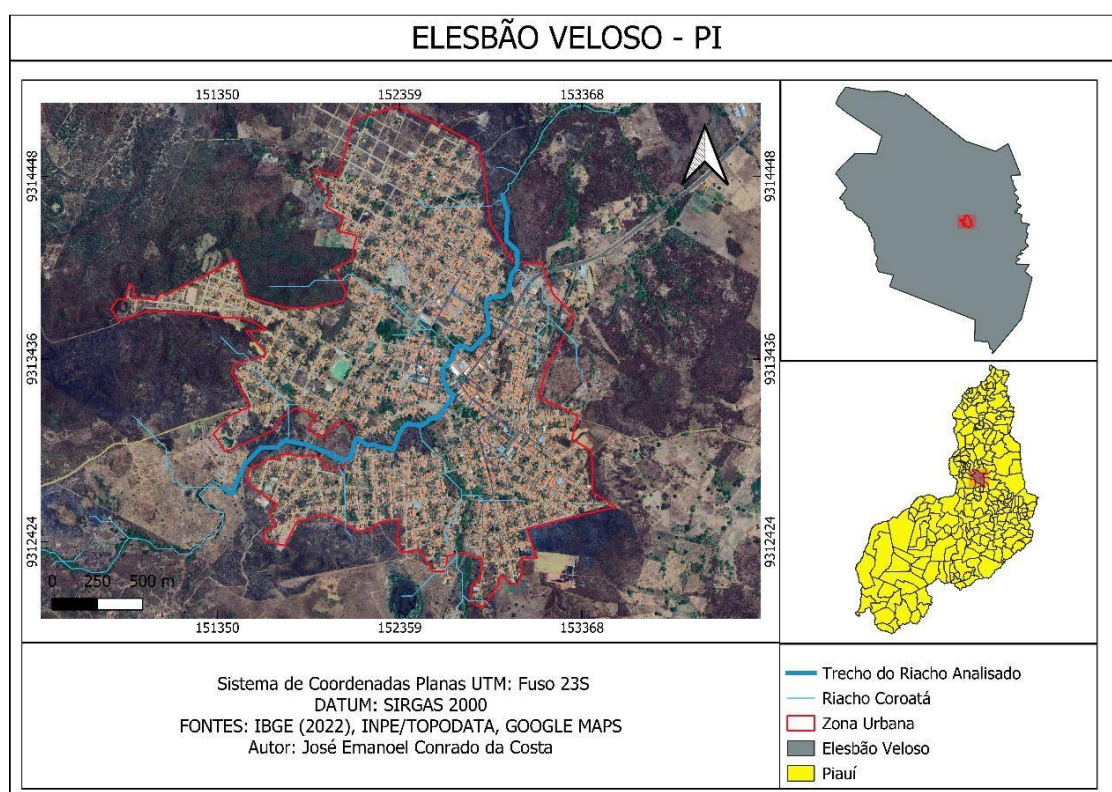
Nesse contexto, a presente pesquisa mostra-se oportuna considerando o seu ineditismo na área do estudo, e também sobre as crescentes demandas de conscientização e ação em relação à preservação e conservação dos corpos hídricos inseridos dentro do meio urbano, do meio ambiente e à promoção do desenvolvimento urbano sustentável. Identificar fontes e padrões de poluição por efluentes domésticos, comerciais, ou por outras fontes poluidoras, permitirá a possibilidade de tratamento com mais acessibilidade a práticas sustentáveis pela comunidade residente, e pelo poder público, para assim minimizar a poluição do corpo hídrico e garantir um futuro mais saudável e equilibrado para o Riacho Coroatá e para o município de Elesbão Veloso.

Contudo, visto a relevante importância do corpo hídrico em questão, o presente trabalho tem como objetivo geral, realizar o diagnóstico ambiental, para análise qualitativa e quantitativa do Riacho Coroatá, dentro do perímetro urbano da cidade de Elesbão Veloso – PI, e como objetivos específicos, identificar e caracterizar o uso e ocupação das margens do Riacho Coroatá, avaliar, por meio de análise de laboratório, a qualidade da água do riacho Coroatá e identificar os impactos socioambientais decorrentes do uso e ocupação das margens do riacho.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Elesbão Veloso está localizado no centro-oeste do Estado do Piauí, conforme mostra a Figura 1, situado na Região Geográfica Intermediária de Teresina - PI e Região Imediata de Amarante, Água Branca e Regeneração (IBGE, 2021), apresentando coordenadas geográficas de latitude $06^{\circ}12'07''\text{S}$ e uma longitude $42^{\circ}08'25''\text{O}$, e uma altitude de 203 metros. A área territorial do município corresponde a 1.383,976 Km², com uma população de 13.607 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 9,83 hab./Km² (IBGE, 2022).

Figura 1: Mapa de Localização do município de Elesbão Veloso - PI.



Fonte: Autor, 2024.

A área de análise da pesquisa, está situada no trecho do riacho Coroatá, como mostra em destaque a Figura 1, que corta a cidade de Elesbão Veloso de ponta a ponta com um comprimento equivalente a 3,6 Km de extensão que cruza o setor urbano da cidade. O riacho Coroatá tem uma das suas nascentes na região da Serra do Carneiro, dando entrada na zona urbana de Elesbão na localidade Belamento, e saída na localidade Várzea Alegre, desaguando nas imediações do Rio Sambito. O riacho Coroatá, que já foi

palco de área de lazer para a população, atualmente encontra-se em estado de inutilidade, por conta do grande índice de poluição que o corpo hídrico apresenta.

Os solos da região são compostos por neossolos e cambissolos, de textura média, pouco desenvolvidos e variando de rasos a muito rasos, geralmente com presença de pedras. A vegetação associada a esses solos é predominantemente de floresta caducifólia e/ou floresta sub-caducifólia/cerrado. Também ocorrem argissolos, que apresentam textura média a argilosa, podendo conter ou não pedras, e sustentam uma vegetação mista de floresta sub-caducifólia e caatinga. Além disso, são encontrados latossolos, caracterizados por maior profundidade e boa drenagem (Embrapa, 2018).

Já o relevo do município de Elesbão Veloso, é caracterizado por diversas formas, incluindo superfícies tabulares reelaboradas, conhecidas como chapadas baixas, com relevo plano e levemente ondulado, variando de 150 a 300 metros de altitude. Também há superfícies tabulares cimeiras, as chapadas altas, com relevo plano a ondulado, altitudes entre 400 e 500 metros, apresentando grandes mesas recortadas, além de encostas e prolongamentos residuais de chapadas, vales com desníveis e encostas mais íngremes. Encontram-se também elevações como serras, morros e colinas, com altitudes variando de 150 a 500 metros. A sequência de platôs e chapadas possui altitudes médias de 600 a 400 metros acima do nível do mar, podendo chegar a 800 metros (CPRM, 2004).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BACIA HIDROGRÁFICA

Uma bacia hidrográfica é uma unidade geográfica delimitada por fronteiras naturais, compreendendo uma região geográfica onde as águas da chuva, por meio de um complexo ciclo hidrológico, são coletadas e redistribuídas (Castro e Pereira, 2019).

Ademais, de acordo com a definição da Agência Nacional de Águas (ANA), uma bacia hidrográfica abrange um território onde ocorre a captação de água da chuva, que se divide em diversas destinações. Uma parte da água flui superficialmente, seguindo cursos d'água até atingir um rio principal ou um sistema conectado de afluentes. Essas águas, geralmente, convergem para um único ponto de saída, chamado de foz ou exultório, localizado na região mais baixa da bacia (ANA, 2021).

Além disso, a chuva que cai na bacia hidrográfica também se infiltra no solo. Parte dessa água infiltrada é direcionada para os leitos dos rios, contribuindo para a manutenção do fluxo de água nos cursos d'água. Outra parte da água infiltrada é utilizada pela vegetação e devolvida à atmosfera por meio da transpiração, fazendo parte do ciclo da água na atmosfera (ANA, 2021).

3.1.1 Divisão de Bacias Hidrográficas

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), entidade consultiva, normativa e deliberativa do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), estabeleceu a Divisão Hidrográfica Nacional por meio da Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Esta divisão delimitou o território brasileiro em 12 Regiões Hidrográficas, definindo uma região hidrográfica como uma área territorial composta por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas semelhantes, visando orientar o planejamento e gestão dos recursos hídricos (IBGE, 2021).

Após 2006, com base no Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), houve um refinamento das Regiões Hidrográficas, enfatizando a elaboração de planos de bacia e a criação de Comitês de Bacias Hidrográficas. A Agência Nacional de Águas (ANA) propôs a delimitação de Unidades Hidrográficas (UHs) e Unidades de Planejamento

Hídrico (UPHs). As UHs constituíam o segundo nível da Divisão Hidrográfica Nacional, com um detalhamento intermediário, totalizando inicialmente 56 unidades, enquanto as UPHs, como o terceiro nível, possuíam um detalhamento mais aprofundado, com 456 unidades.

Essas subdivisões representavam recortes das principais bacias hidrográficas, mantendo uma continuidade espacial e uma homogeneidade em fatores geomorfológicos, hidrográficos, hidrológicos e políticos, facilitando a organização do planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos nessas áreas.

3.1.2 Bacia Hidrográfica do Parnaíba e sub bacia do rio Poti

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba está completamente localizada na Região Nordeste do Brasil e se estende pelos estados do Maranhão, Piauí e Ceará. De acordo com dados da Agência Nacional de Águas - ANA (2015), esta bacia engloba um total de 279 municípios, abrangendo uma área de 333.056 km², correspondendo a aproximadamente 4% do território nacional. Dentro desses municípios, 39 deles têm parte de seus territórios ultrapassando os limites estabelecidos para a bacia, enquanto os outros 240 municípios têm toda a sua área territorial localizada integralmente dentro da bacia (Codevasf, 2016).

A região hidrográfica do rio Parnaíba é composta por territórios que fazem parte dos estados do Piauí, Maranhão e Ceará, sendo a maior porção da bacia situada no estado do Piauí, seguido pelo Maranhão e Ceará. A área da bacia abrange três biomas principais, que são o Cerrado, a Caatinga e ecótonos que são áreas de transição entre esses biomas, incluindo regiões de ecótonos que envolvem a interação entre a Caatinga e o Cerrado no alto e médio curso, a Caatinga costeira e a Caatinga amazônica no baixo curso do rio. Uma característica notável da bacia do rio Parnaíba é a sua considerável disponibilidade de águas subterrâneas. Após a Bacia do Rio São Francisco, ela é a segunda mais significativa do ponto de vista hidrológico na Região Nordeste, desempenhando um papel importante em termos de recursos hídricos na região (Codevasf, 2016).

A Sub Bacia Hidrográfica do rio Poti corresponde a 21,25% da área da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, juntamente com Serra Grande e Cabeças, constitui um dos principais sistemas aquíferos da Bacia Sedimentar Parnaíba. Destaca-se por suas vastas áreas expostas, proporcionando condições favoráveis para a captação e utilização das águas subterrâneas. Ao percorrer o estado do Piauí, o rio Poti atravessa quarenta e sete

municípios, desempenhando um papel fundamental no suprimento de água para a maioria da população local (IBRAMAR, 2021).

A área de drenagem total da Sub Bacia Hidrográfica do rio Poti abrange 52.370 km², equivalente a 5,24 milhões de hectares, dos quais 3,88 milhões de hectares estão localizados no estado do Piauí, englobando 47 municípios. O rio Poti é considerado um rio Federal por atravessar territórios de dois estados brasileiros, sendo o segundo maior afluente na margem direita do rio Parnaíba. Os principais municípios desta bacia incluem Teresina (a capital do Estado), Altos, Pedro II, Valença do Piauí, Castelo do Piauí, Regeneração, São Miguel do Tapuio, Água Branca, Inhumas e Elesbão Veloso (IBRAMAR, 2021).

3.1.3 Comitê de Bacias Hidrográficas

Os comitês de bacias hidrográficas, criados pela Lei das Águas, surgem como uma alternativa que valoriza a tomada de decisões por meio da discussão e integração entre representantes do governo, dos principais usuários e da sociedade civil organizada. Esse modelo permite que diferentes valores e interesses sejam incorporados nos processos de decisão, contemplando diversas perspectivas e reconhecendo as múltiplas dimensões de valor associadas ao recurso (Coelho et al, 2023).

Nesse contexto, os comitês são criados para promover a gestão sustentável e integrada dos recursos hídricos em uma determinada bacia. Suas funções e estruturas podem variar de um país para outro, mas geralmente têm os seguintes objetivos e responsabilidades: planejamento e gestão, tomada de decisão, gestão de conflitos, monitoramento e fiscalização, educação e sensibilização, captação de recursos (Denny et al, 2020).

Dada a importância da água no contexto mundial e brasileiro, os Comitês de Bacia Hidrográfica surgem como um poderoso instrumento para promover a governança essencial nesse tema. É cada vez mais necessário debater, ajustar, identificar conflitos e propor soluções, buscando acordos sólidos e duradouros para garantir a segurança hídrica (Denny et al, 2020).

3.2 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O gerenciamento de recursos hídricos é realizado por meio da aplicação de instrumentos que buscam promover o uso múltiplo da água, integrando-se de maneira inseparável à própria gestão dos recursos hídricos (Da Silva et al, 2021).

Diante de tal exposto, a gestão dos recursos hídricos é tida como uma temática de extrema importância na contemporaneidade, uma vez que a água é considerada um recurso essencial para a vida humana e para o desenvolvimento econômico, social e ambiental dos países. Essa relevância decorre da multifuncionalidade desse recurso, visto que a água desempenha papéis diversos, abrangendo desde sua função como elemento vital para a sobrevivência de seres vivos até seu valor cultural e social (Barbino et al, 2024).

Além disso, os recursos hídricos são fundamentais como componentes na produção de mercadorias, sendo essencial em processos industriais, agrícolas e de geração de energia, o que a coloca no centro de interesses econômicos e políticos, tanto em âmbito nacional como internacional (Borges, 2021).

De acordo com Brito e Lucena (2023), o aumento da demanda por água para diversas atividades, surgem implicações no seu uso que exigem uma gestão eficiente, especialmente em cidades dependentes de uma única fonte hídrica. Vários fatores contribuem para danos aos ambientes naturais e urbanos, incluindo o processo de ocupação do solo, o lançamento de efluentes em corpos d'água e o rápido processo de urbanização.

A escassez e degradação dos recursos hídricos, agravadas pelo crescimento populacional, industrialização e expansão da agricultura no Século XX, conduziram à necessidade de se debater a gestão das águas nos âmbitos político e socioeconômico. O entendimento predominante hoje é o de que a água é um recurso finito e escasso, com valor econômico crescente, o que impulsiona fornecedores e usuários a participarem de negociações e acordos no contexto institucional vigente (Brito e Lucena, 2023).

Assim, a gestão de recursos hídricos está profundamente conectada a desafios globais, abrangendo desde a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas aquáticos até o incentivo ao desenvolvimento socioeconômico. (Borges, 2021).

3.3 LEGISLAÇÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

A Lei 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), desempenha um papel crucial na gestão da água no Brasil. Esta política fornece os fundamentos para a formulação de políticas específicas adaptadas à realidade de cada estado federado. Através dela, diretrizes essenciais foram estabelecidas para promover uma compreensão unificada dos direitos, organização, planejamento e divulgação de informações sobre os recursos hídricos do país (Holanda, 2021).

Segundo o inciso I, das diretrizes gerais de ação, do art. 3º da lei 9.433, da PNRH, é abordada a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade (Brasil, 1997). Onde promove a importância da gestão dos recursos hídricos de forma racional e com base sustentável, para assim integrar os aspectos de relevância em termos qualitativos e quantitativos.

Consta ainda na lei, que os Planos de Recursos Hídricos são uma medida fundamental para o manejo sustentável dos recursos hídricos, visando garantir sua disponibilidade e qualidade a longo prazo. De acordo com o Art. 7º esses planos são concebidos como instrumentos de planejamento de longo prazo, alinhados com a implementação de programas e projetos correlatos.

Em sua estrutura mínima, o art.7º pontua alguns parágrafos: (I) diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; (II) uma análise criteriosa das tendências demográficas, atividades produtivas e padrões de ocupação do solo; (III) balanço entre as demandas futuras e as disponibilidades hídricas, identificando potenciais conflitos; (IV) metas claras para a racionalização do uso da água, bem como para o aumento quantitativo e aprimoramento qualitativo dos recursos hídricos disponíveis e (V) medidas concretas a serem adotadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, garantindo assim o cumprimento das metas estabelecidas (Brasil, 1997).

Conforme o Art. 32. da lei 9.433: Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos: (I) - coordenar a gestão integrada das águas; (II) - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; (III) - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; (IV) - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (Brasil, 1997).

Outra lei muito importante acerca dos recursos hídricos, é o Novo Código Florestal Brasileiro, que de acordo com o seu artigo 3º, parágrafo II, estabelecido pela Lei 12.651/2012, cita que, uma Área de Preservação Permanente é:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012, n./p.).

Ainda com base na lei 12.651, que estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal (Brasil, 2012), cita necessariamente no seu art. 4º que, considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (Brasil, 2012, n./p.).

Ademais, diante das restrições enquadradas no uso e ocupação do solo, para os recursos hídricos, a lei Federal nº 6.766/1979, que rege o Parcelamento do solo urbano, cita no art. 4º, inciso III-B, que os loteamentos deverão atender, pelo menos, aos seguintes requisitos:

III-B - ao longo das águas correntes e dormentes, as áreas de faixas não edificáveis deverão respeitar a lei municipal ou distrital que aprovar o instrumento de planejamento territorial e que definir e regulamentar a largura das faixas marginais de cursos d'água naturais em área urbana consolidada, nos termos da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, com obrigatoriedade de reserva de uma faixa não edificável para cada trecho de margem, indicada em diagnóstico socioambiental elaborado pelo Município (Brasil, 1979).

Seguindo essa lógica, de parcelamento uso e ocupação do solo, a lei municipal n° 726 que dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo no perímetro urbano do município de Elesbão Veloso e dá outras providências (Lei Municipal n°: 726 / 2019, 01 de novembro de 2019), disposto no inciso IX do art.3°, fala sobre:

ÁREA “NON AEDIFICANDI” OU NÃO EDIFICÁVEL: É a área situada ao longo e nas margens dos recursos hídricos, das faixas de domínio de ferrovias, rodovias, vias e dutos, bem como no entorno de equipamentos urbanos, definida em leis federal, estadual ou municipal, onde não é permitida qualquer edificação (ibid, n./p.);

As legislações acerca dos recursos hídricos mostram-se essenciais e fundamentais para todo tipo de corpo hídrico localizado dentro de áreas urbanas com potencial poluidor. Elas não apenas garantem a preservação e o uso sustentável das águas, mas também promovem a segurança hídrica e a equidade no acesso aos recursos. Assim, a aplicação rigorosa dessas normas é vital para assegurar a proteção ambiental, evidenciando a importância contínua de políticas e regulamentações robustas no gerenciamento dos recursos hídricos do país (Amorim, 2022).

3.4 IMPACTO AMBIENTAL

Contida na Resolução n° 01/86 do Conama, a caracterização de impacto ambiental pode ser definida como: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota e a qualidade dos recursos ambientais.

Conforme o inciso II do artigo 6° da Resolução, que trata da análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discrimina: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais (Brasil, 1986).

O aumento da urbanização e das atividades humanas em uma região hidrográfica amplia as chances do acontecimento de impactos ambientais nos recursos hídricos, podendo promover a contaminação, poluição e mudanças na qualidade e quantidade da água disponível. Essas ações interferem na capacidade natural de reciclagem da água, resultando na deterioração de diversos ecossistemas hídricos, em algumas situações, levando à sua completa destruição (De Souza et al, 2019).

3.5 CRESCIMENTO URBANÍSTICO

Ao analisar a urbanização de uma região, é essencial examinar vários fatores, como o próprio processo de urbanização em andamento, junto com as características físicas e naturais do local, e os padrões de uso, ocupação e cobertura do solo. Essa abordagem ampla permite alcançar diferentes resultados que, baseados em três aspectos fundamentais (urbanização, características físicas e naturais, e ocupação do solo), contribuem para a compreensão dos distintos ambientes urbanos e da qualidade ambiental das cidades (Nunes et al, 2020).

O crescimento urbano desordenado, encontra-se veemente associado ao desenvolvimento das áreas urbanas, ocasionando o crescimento populacional, a construção de residências, indústrias e o aumento das práticas agrícolas, onde no qual acarreta uma maior produção de resíduos sólidos e efluentes, gerando os principais responsáveis pelos impactos ambientais aos recursos hídricos, interferindo diretamente na qualidade e quantidade dos corpos d'águas (Monteiro, 2022).

O crescimento urbanístico pode proporcionar o despejo direto de efluentes residenciais não tratados nos rios, o que é uma das principais causas da diminuição da qualidade da água, gerando uma série de impactos ambientais nas Bacias e sub-bacias hidrográficas. Esta situação é ainda mais preocupante devido à alta incidência de rios e riachos intermitentes conectados diretamente às bacias ou sub-bacias nessas regiões. Durante períodos de seca, esses rios experimentam um fluxo muito reduzido, o que limita sua capacidade de assimilar as substâncias orgânicas, resultando na degradação da qualidade da água nos corpos hídricos (IBRAMAR, 2021).

Num momento em que as ações humanas se tornaram significativamente poderosas, influentes e capazes de ultrapassar os limites naturais, essas atividades têm o potencial de perturbar a estabilidade dos sistemas naturais. Historicamente, os rios têm desempenhado um papel crucial como fontes de recursos naturais para o progresso das

civilizações. No entanto, é evidente, na escala da vida humana, que as mudanças resultantes da urbanização têm causado impactos adversos que afetam as características e extensão dos rios (Rocha, 2023).

Diante o exemplo exposto, fica nítido, que o crescimento urbano sem planejamento adequado, e sem o cumprimento das leis vigentes acerca da proteção dos recursos naturais podem ser impactados pela expansão urbana de forma negativa, vindo a provocar sua degradação e inutilização.

3.6 MATA CILIAR

A Mata Ciliar é uma formação vegetal que cresce ao longo das margens de rios, lagos, córregos, nascentes e outros corpos d'água, tanto em ambientes de água corrente (províncias lóticas) quanto em ambientes de água parada (províncias lênticas). Esta vegetação é geralmente caracterizada por uma faixa contínua e estreita, com largura não superior a 100 metros (Embrapa, 2008).

A vegetação ciliar reduz o impacto de fontes de poluição em áreas a montante por meio de mecanismos de filtragem, como a retenção de sedimentos, barreiras físicas e processos químicos. Ela minimiza o assoreamento dos corpos d'água e a contaminação por lixiviação ou escoamento superficial de defensivos agrícolas e fertilizantes. Além disso, mantém a estabilidade dos solos marginais, diminuindo os processos erosivos e o desmoronamento das margens. A vegetação ciliar também pode reduzir a entrada de radiação solar, ajudando a estabilizar a temperatura da água dos rios (Silva e Herrmann, 2011).

A função da mata ciliar é crucial para a proteção dos corpos hídricos, pois atua como uma barreira que impede que partículas sejam levadas para dentro dos rios, dificultando tanto o assoreamento quanto a contaminação, o que é essencial para a manutenção do equilíbrio desse ecossistema. No entanto, com o avanço do crescimento urbano sobre os leitos dos corpos hídricos, surgem diversos problemas ambientais, como o assoreamento dos rios, decorrente da remoção dessa cobertura vegetal e da compactação do solo, que acelera o carregamento de partículas pelas águas das chuvas. Além disso, a poluição por resíduos sólidos torna-se mais frequente com a retirada desse filtro natural (Bilac e Alves, 2014).

3.7 EFLUENTES E ESGOTOS

Vigente no art. 4º, das Diretrizes da resolução Conama nº430/2011, os efluentes podem ser caracterizados como o despejo de líquidos provenientes de diversas atividades ou processos. Onde, as principais fontes propagadoras dos despejos de líquidos, podem ser provenientes de fontes residenciais, comerciais, industriais ou águas de infiltração na rede sanitária (Brasil, 2011).

Nesse contexto, inúmeras fontes de poluição dos corpos hídricos podem ser identificadas, com destaque para a disposição inadequada de esgoto doméstico ou industrial sem tratamento, resultando na elevada concentração de matéria orgânica na água, a qual consome oxigênio durante seu processo de decomposição pode ocasionar a mortandade de peixes e a inutilização da água (Monteiro, 2022).

Os esgotos provenientes de residências consistem, predominantemente, de matéria orgânica que pode se decompor biologicamente, nutrientes essenciais e agentes patogênicos. A magnitude da poluição está intrinsecamente relacionada à eficiência do sistema de tratamento e à extensão da rede de coleta de esgoto, bem como à qualidade das práticas de limpeza pública. Já os efluentes industriais exibem uma composição variada devido à natureza das matérias-primas utilizadas e aos diferentes processos industriais empregados (Barbosa, 2021).

Portanto, para Monteiro (2022), os esgotos podem promover diversos impactos ambientais aos recursos hídricos, nos quais consistem em aproximadamente 0,1% de partículas em suspensão, com o restante sendo principalmente água. Os contaminantes encontrados na água desempenham um papel significativo, contribuindo para cerca de 80% das doenças e 65% das hospitalizações relacionadas à água.

Além disso, o despejo inadequado de esgoto doméstico e industrial sem tratamento, o aumento dos impactos ambientais nos corpos d'água também é agravado pelo superpovoamento nas áreas próximas aos rios (Barbosa, 2021).

5 MATERIAIS E METODOS

A metodologia adotada neste trabalho é de cunho descritivo e explicativo, com ênfase em uma abordagem de natureza qualitativa e quantitativa do trecho do riacho Coroatá, localizado dentro do perímetro urbano de Elesbão Veloso - PI. Essa escolha metodológica se justifica pela necessidade de compreender e descrever detalhadamente os aspectos investigados, bem como de buscar explicações para eles.

Para atingir os objetivos propostos, inicialmente foram realizadas pesquisas bibliográficas para fundamentar teoricamente a pesquisa e obter uma compreensão mais abrangente sobre a temática. O objetivo foi identificar trabalhos e estudos anteriores com perspectivas semelhantes, já que nunca foram realizados estudos na área em questão.

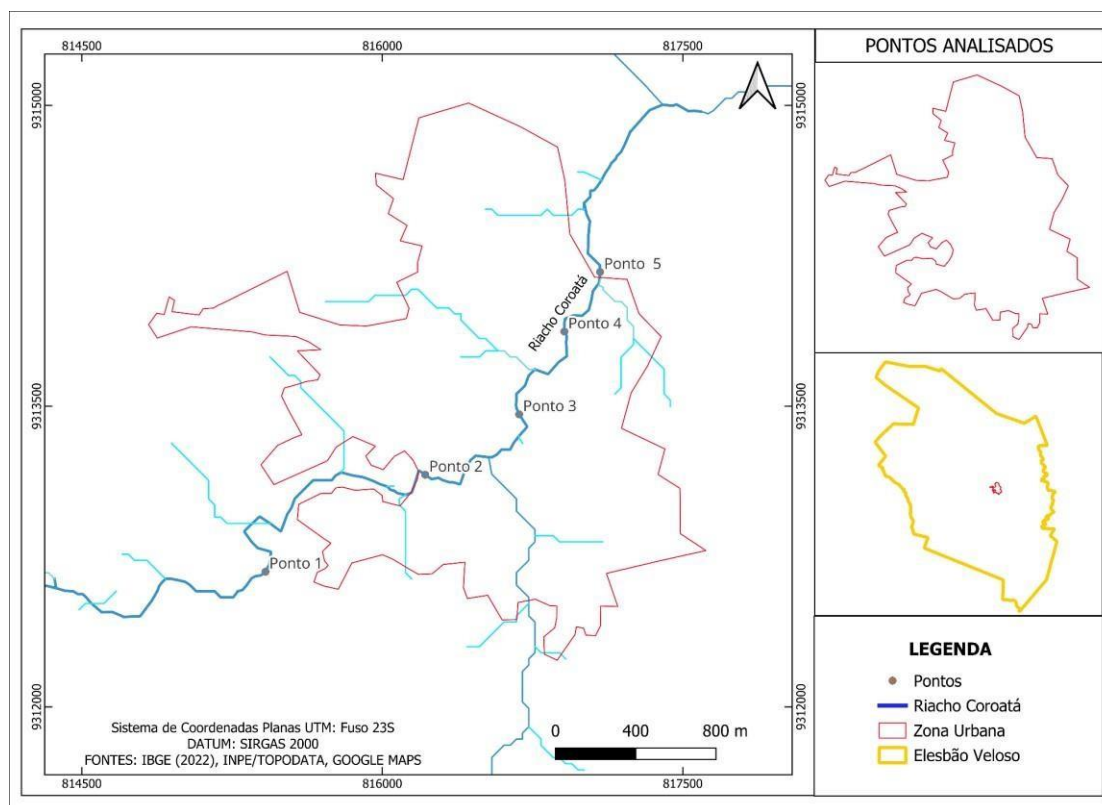
Após a fase de pesquisa bibliográfica, para avaliar o uso e ocupação das margens do riacho Coroatá, foram produzidos dois mapas referentes ao uso e ocupação do solo. Primeiramente, foi elaborado um mapa temporal que representa o crescimento urbanístico da zona urbana de Elesbão Veloso, comparando o desenvolvimento urbano entre os anos de 2010 e 2023. O ano de 2010 foi escolhido como ponto de partida devido à qualidade de resolução disponível, pois imagens anteriores a essa data apresentariam baixa resolução no programa utilizado para a construção do mapa. Este mapa foi produzido utilizando a ferramenta QGIS, em conjunto com o Google Earth Pro e do Satélite CBERS – 4A.

Além do mapa de crescimento urbano, foi elaborado outro para delimitar a Área de Preservação Permanente (APP) no trecho do riacho Coroatá dentro do perímetro urbano de Elesbão Veloso. Nesse contexto, foi comparado a área de ocupação que violava a zona de APP entre os períodos de 2010 e 2023, medindo a área de extensão que ocupa o aumento da urbanização dentro da zona limite da APP do riacho Coroatá. A delimitação da APP seguiu o limite de 30 metros, conforme estabelece a lei 12.651 do Novo Código Florestal. Para essa análise, utilizou-se o software QGIS, com dados do IBGE, INPE/TOPODATA e Google Maps. Ambos os mapas foram desenvolvidos no Sistema de Coordenadas Planas UTM 23S, com o Datum SIRGAS 2000.

Para descrever com maior precisão as condições do riacho Coroatá, foi realizada a delimitação estratégica de cinco pontos ao longo do seu trecho. A escolha desses pontos considerou tanto o cenário de ocupação ao longo do riacho quanto a distância significativa entre eles, garantindo uma cobertura representativa da área estudada. Esses pontos foram distribuídos de maneira a abranger diferentes características e impactos ambientais ao

longo do riacho, como mostra a Figura 2, permitindo uma avaliação abrangente das condições do riacho.

Figura 2: Mapa de localização dos pontos analisados no trecho do riacho Coroatá.



Fonte: Autor, 2024.

Na da Figura 2, é possível observar a estrutura e ramificação do riacho dentro da zona urbana de Elesbão Veloso. A ideia da divisão dos cinco pontos foi realizada da seguinte forma: um ponto a montante do riacho, onde não havia presença de urbanização e quatro pontos dentro do perímetro urbano de Elesbão Veloso, sendo o último ponto mais a jusante do riacho, onde a água já havia percorrido por todo o perímetro urbano de Elesbão Veloso. Caracterização dos pontos:

Ponto1: O primeiro ponto da pesquisa está situado na parte montante do trecho do riacho Coroatá, com coordenadas de latitude -6.211119° e longitude -42.161208° . Este local encontra-se a 2 quilômetros da entrada urbanística da cidade de Elesbão Veloso, onde não consta a presença urbana ao longo do trecho do riacho.

Ponto 2: O segundo ponto está situado na entrada do perímetro urbano da cidade, com coordenadas de latitude -6.206350° e longitude -42.143183° . Este local tem como referência a ponte do bairro Capitão Mundoco.

Ponto 3: O terceiro ponto está localizado na parte central do perímetro urbano de Elesbão Veloso, com latitude: -6.203838° e longitude: -42.138321° . A localização deste ponto apresenta como referência a ponte do Gigabyte e a barragem do Zé de branco.

Ponto 4: O quarto ponto, também está localizado na parte mais central do perímetro urbano de Elesbão Veloso, apresenta latitude: -6.199817° e longitude: -42.136480° . O local do 4º ponto apresenta com referência a ponte do Bonifácio.

Ponto 5: O quinto e último ponto, encontra-se localizado na parte de saída do trecho do riacho dentro do perímetro urbano de Elesbão Veloso, apresentando coordenadas de latitude: -6.198996° e longitude: -42.136456° . Esse ponto apresenta como local de referência a ponte da oficina mecânica do Ivan.

Com a delimitação dos pontos, foram realizadas duas visitas presenciais nos pontos, que ocorreram respectivamente no mês de maio de 2024, dentro do período chuvoso, e outra no mês de agosto do mesmo ano, já dentro do período seco. Durante as visitas, foram feitos relatórios fotográficos com a captação de imagens dos locais, e anotações em um roteiro de observação para descrever os fatores ambientais observados, como a ocupação das margens com a presença de construção civil, a presença e o estado da mata ciliar, e o estado da APP dos pontos analisados.

A primeira visita que ocorreu no mês de maio durante o período chuvoso, onde na qual o riacho Coroatá apresentava um estado corrente com as águas das chuvas. Durante a visita no período chuvoso, foi realizado a primeira bateria de análises da qualidade da água, foram feitas análises dos parâmetros físico-químicos com resultado imediato no local, utilizando o medidor multiparâmetro Ak88, que é um aparelho que atua como uma sonda, para captação instantânea dos resultados dos parâmetros de PH, Oxigênio Dissolvido (OD), Condutividade Elétrica, Salinidade, Sólidos Dissolvido e Temperatura. A sonda foi colocada em cada ponto em contato direto com a água do riacho, com um tempo de espera de 10 minutos, para confecção dos dados de cada parâmetro.

Além da obtenção imediata dos dados dos parâmetros mencionados, foram coletadas amostras de água nos 5 pontos analisados, e coletadas em 5 frascos diferentes de 200ml e colocadas em um isopor térmico com gelo, para serem conservadas e levadas para o laboratório do IFPI, e serem analisados os parâmetros de Fosfato, Amônia, Nitrito, Nitrato e a análise microbiológica de Coliformes Totais e Escherichia Coli.

As análises dos parâmetros de fosfato, amônia, nitrito e nitrato, foram feitas utilizando produtos de reação química para cada parâmetro. Para que cada parâmetro chegasse ao seu resultado, era necessário esperar para cada análise um tempo necessário,

o parâmetro de fósforo e amônia levava um tempo de reação de 10 minutos, enquanto os parâmetros de nitrito e nitrato levavam 15 minutos para reação. Logo após o tempo de reação de cada parâmetro, os resultados foram obtidos através da comparação da coloração resultante da reação química da água com os produtos, com uma tabela de cores enumeradas para obtenção do resultado de cada parâmetro.

Para realizar a análise microbiológica, dos coliformes totais e do E. coli, foi utilizado o método COLIPAPER® onde as amostras de água foram analisadas, molhando o papel de análise com a água de cada ponto, e em seguida, as amostras foram incubadas em uma estufa bacteriológica por 15 horas. Após o tempo de incubação, os papéis eram retirados da incubadora e realizado a contagem das cores que ficam no papel de teste, para obtenção dos resultados das análises microbiológicas.

A segunda visita foi realizada no mês de agosto, no período seco, quando a água do riacho Coroatá estava mais concentrada e menos corrente. Nessa ocasião, foi realizada a segunda bateria de análises da água do riacho, abrangendo os parâmetros físico-químicos e microbiológicos nos cinco pontos delimitados pela pesquisa. A metodologia adotada foi a mesma utilizada na primeira visita, ocorrida durante o período chuvoso, seguindo todos os passos e procedimentos, desde os parâmetros analisados nos locais com resultado imediato e coleta das amostras, até as análises em laboratório para obtenção dos resultados.

Após a realização e obtenção de todos os dados coletados nas duas respectivas visitas, foram feitas as comparações qualitativas dos parâmetros físico-químicos, seguindo os padrões exigidos pela Resolução Conama nº357, de março de 2005 (Brasil, 2005), conforme mostra a Tabela 1, a seguir.

Tabela 1: Padrões qualitativos, exigidos pela Resolução Conama nº357 de março de 2005, para qualidade de água.

Padrões de qualidade da água dos parâmetros Físico-químicos	
Parâmetros	Índice Qualitativo
PH	Entre 6,0 a 9,0
Temperatura	-----
Salinidade	(Igual ou inferior a 0,5 %)
Condutividade Elétrica	-----
Oxigênio Dissolvido	> 6 mg/L (Não Inferior a 6 mg/L)

Sólidos Dissolvidos	500 mg/L
Fosfato	0,025 mg/L
Amônia	1,5 mg/L
Nitrito	1 mg/L
Nitrato	10 mg/L

Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

Para a obtenção dos resultados finais, todas as análises físico-químicas realizadas foram comparadas com os padrões de qualidade de água estabelecidos, conforme especificado na Tabela 1, exigidos pela Resolução Conama 357. Essa comparação permitiu verificar se os resultados das análises estavam em conformidade com os parâmetros exigidos para a qualidade da água. Em seguida, os dados obtidos foram organizados e tabulados, para a análise dos resultados e a identificação de desconformidade ou conformidades em relação aos padrões de qualidade definidos pela legislação.

Por fim, foram analisados os resultados das análises microbiológicas de ambas as visitas, com base no que estabelece a Resolução Conama nº 274, de 29 de novembro de 2000 (Brasil, 2001), que estabelece os padrões microbiológicos qualitativos para balneabilidade, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Padrões qualitativos exigidos pela Resolução nº 274, que trata dos índices microbiológicos para balneabilidade.

Padrões de qualidade da água dos parâmetros microbiológicos	
Parâmetros	Índice Qualitativo
Escherichia Coli	Abaixo de 2.000
Coliformes Totais	Abaixo de 2.500

Fonte: Adaptado de Brasil (2001).

Os resultados das análises microbiológicas foram comparados com os limites estabelecidos na Tabela 2, conforme exige a Resolução Conama 274, que define os padrões microbiológicos para a avaliação da balneabilidade das águas. De acordo com essa norma, se os resultados das análises ultrapassarem os limites especificados na tabela, o corpo hídrico é considerado impróprio para atividades de recreação. A comparação dos

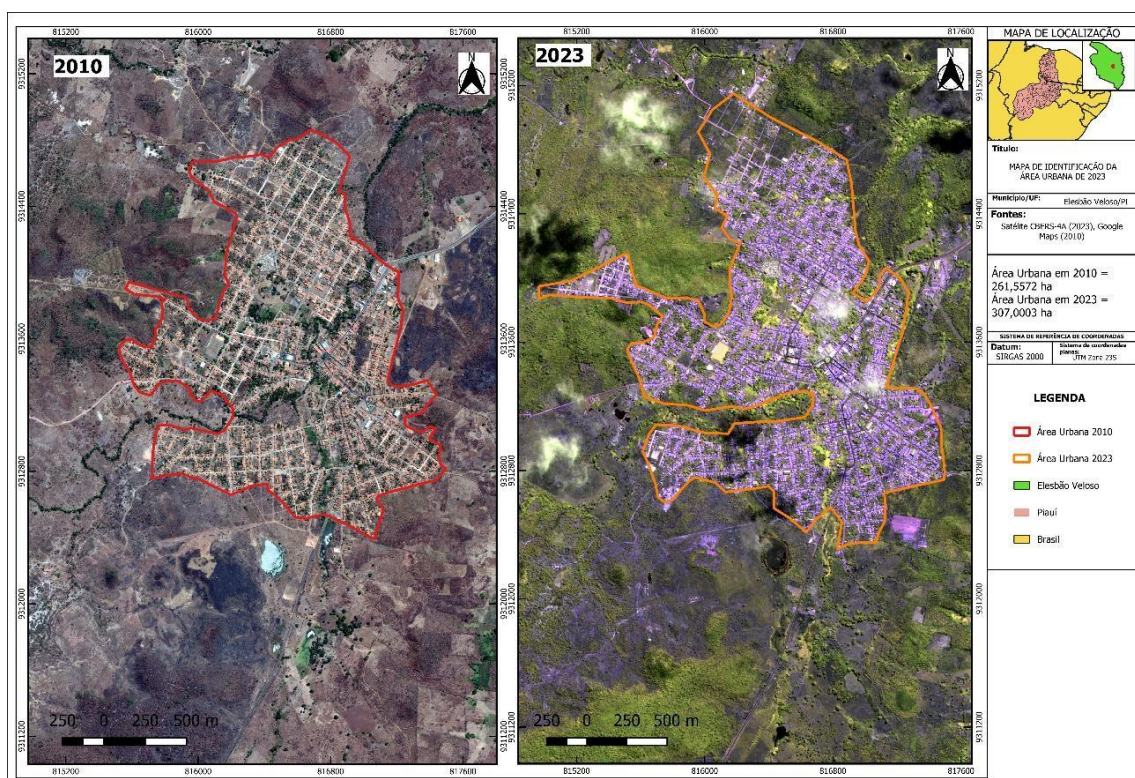
resultados obtidos permitiu verificar se o riacho Coroatá estava dentro dos padrões de segurança para balneabilidade.

6 RESULTADOS

6.1 DO CRESCIMENTO URBANO

Os resultados da análise do mapa de crescimento urbano de Elesbão Veloso entre os anos de 2010 e 2023 apresentaram um índice sobre o crescimento da cidade ao longo desse período. Conforme evidenciado, houve um crescimento significativo na área urbana, apresentando um incremento de 46 hectares de zona urbana, o que equivale a umaumento de 17,36% em relação à extensão da área inicial de 261,5 hectares registrada em 2010. Os fatos mostram que, a área urbana de Elesbão Veloso expandiu-se para 307 hectares em 2023, conforme observa-se no mapa da Figura 3.

Figura 3: Mapa de diferenciação do crescimento da zona urbana da cidade de Elesbão Veloso – PI entre os anos 2010 e 2023.



Fonte: Autor, 2024.

Os resultados da análise do crescimento urbano de Elesbão Veloso entre 2010 e 2023 ganham ainda mais relevância quando consideramos os dados censitários do IBGE. De acordo com o Censo de 2010, havia um total de 5.451 domicílios sendo 4.327 domicílios ocupados na zona urbana da cidade, entretanto, conforme os dados mais

recentes do Censo de 2022, esse número aumentou para 6.433 domicílios sendo 4.806 domicílios ocupados, representando um acréscimo de 982 domicílios na área urbana atual (IBGE, 2022).

A expansão da zona urbana de Elesbão Veloso, entre 2010 e 2023, conforme evidenciado pelos resultados mencionados, pode ser atribuído a uma série de fatores. Um deles é o crescimento notório do número de domicílios, que reflete uma maior demanda por espaço urbano para acomodar a população crescente no decorrer dos 10 anos, o que levou à expansão territorial da cidade está ligada diretamente a necessidade de habitações urbanas. Outro ponto, é que a ocupação residencial também indica uma maior pressão sobre a infraestrutura da cidade, incluindo serviços como abastecimento de água, saneamento e transportes, forçando a cidade a se expandir para desenvolver essas demandas.

Assim, diante do exposto, nota-se que o crescimento urbano de Elesbão Veloso foi impulsionado principalmente pelo crescente da população e do número de domicílios, com a necessidade de expansão de infraestrutura e áreas urbanas para atender à demanda crescente da população ao longo dos anos.

A relação entre o aumento da área urbana e o crescimento do número de domicílios reflete não apenas a expansão urbana da cidade, mas também o aumento na produção de efluentes. Nesse contexto, a maior parte desses efluentes é lançada no riacho Coroatá, uma vez que apenas 10,97% das residências estão conectadas à rede de esgoto, enquanto 89,03% não possuem cobertura de esgoto (IBGE, 2022).

Nesse contexto, diante das problemáticas promovidas pelo crescimento urbano de Elesbão Veloso, um exemplo nítido das problemáticas destacadas por meio da expansão urbanística sem planejamento, ocorreu em um estudo realizado no riacho Capivara, que fica localizado em Imperatriz no Maranhão, onde as autoras Sousa e Goncalves (2023), destacaram problemáticas relacionadas ao crescimento urbano desorganizado, com a invasão da APP do riacho, bem como o despejo inadequado de efluentes e resíduos sólidos provenientes de ações antrópicas, ambas ligada ao crescimento urbano da cidade de Imperatriz, em evidência a isso as autoras destacam que:

O percurso o riacho Capivara se estende ao longo do conjunto habitacional urbano que é caracterizado em sua maioria por moradias irregulares por estar localizado ao longo da APP. Outra característica importante que influencia no curso do riacho é que há uma presença de atividades econômicas que,

geralmente, estão localizadas próximo as margens do riacho como, por exemplo, postos de gasolina, lava-rápidos e mecânicas em geral. Muitas vezes, estes estabelecimentos operam de forma irregular não seguindo protocolos de proteção ambiental bem como despejam seus dejetos no leito do riacho (Goncalves e Sousa, 2023, n./p.).

De forma a evidenciar o que foi afirmado, durante a visita a campo, observou-se a invasão de APP nas margens do riacho Capivara, onde foi constatado que o esgoto doméstico, que tinha potencial para se tornar eutrófico, foi despejado nos corpos hídricos pelas pessoas. A má eliminação de resíduos domésticos, associada à falta de programas de controle e gestão de resíduos, pode causar contaminação do solo e lixiviação destes resíduos para as águas subterrâneas (Goncalves e Sousa, 2023, n./p.).

Contudo, diante das consequências notáveis advindas da expansão urbana, o riacho Coroatá vem sendo impactado pela fragmentação e impermeabilização do solo urbano da cidade, com a formação de áreas de ocupação irregular do solo diante do trecho localizado no perímetro urbano da cidade, também a redução da área verde da cidade, havendo a violação dos recursos naturais e afetando potencialmente a qualidade dos recursos hídricos, com destaque para o riacho Coroatá.

6.2 DA ZONA DE APP

A análise do mapa de limite de Área de Preservação Permanente (APP) do riacho Coroatá, dentro do perímetro urbano de Elesbão Veloso, entre 2010 e 2023, revelou que o crescimento urbano da cidade vem gradualmente invadindo essa área, conforme mostra a Figura 4.

Segundo a Lei 12.651, por se tratar de um corpo hídrico com largura de até 10 metros, deveria ser respeitado um mínimo de 30 metros de inviolabilidade de suas margens (Brasil, 2012). No entanto, é notório constatar que a zona de APP dentro do perímetro urbano de Elesbão Veloso está sendo desrespeitada, com a presença de residências e estabelecimentos comerciais dentro do limite da APP, o que é proibido por lei, como aborda o Novo Código Florestal, art. 4, inciso I, da Lei 12.651:

As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura

mínima de: 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura (ibid, n./p.).

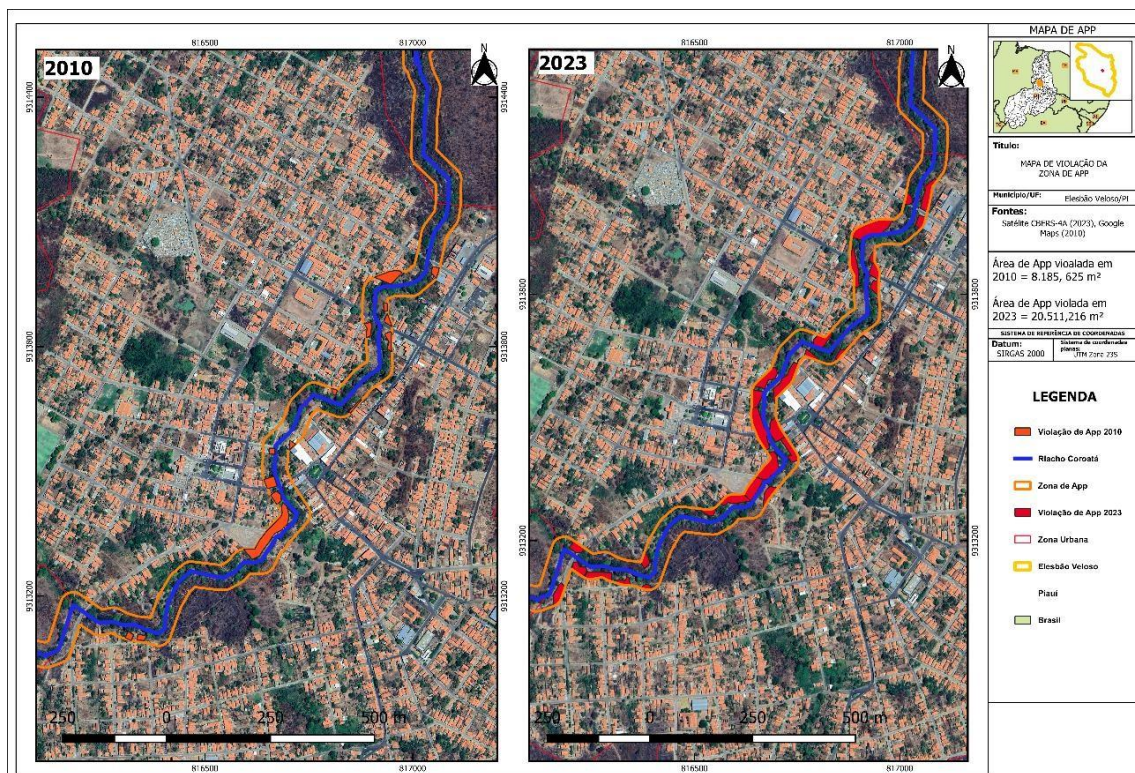
Tais violações ainda vão além do que determina a lei Federal nº 6.766/1979, que cita, que o parcelamento de uso e ocupação do solo deverão atender, pelo menos, aos seguintes requisitos:

Ao longo das águas correntes e dormentes, as áreas de faixas não edificáveis deverão respeitar a lei municipal ou distrital que aprovar o instrumento de planejamento territorial e que definir e regulamentar a largura das faixas marginais de cursos d'água naturais em área urbana consolidada, nos termos da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, com obrigatoriedade de reserva de uma faixa não edificável para cada trecho de margem, indicada em diagnóstico socioambiental elaborado pelo Município (Brasil, 1979).

Observou-se ainda, que o uso e ocupação irregular do solo pela expansão urbana de Elesbão Veloso, também violam a própria legislação municipal específica do município, definida pela Lei nº 726/2019 de Elesbão Veloso, que “Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo no perímetro urbano do município de Elesbão Veloso e dá outras providências” (Elesbão Veloso (PI), 2019). À referida lei, cita que é proibido a construção de quaisquer edificações ao longo e nas margens dos recursos hídricos presentes dentro da zona urbana de Elesbão Veloso.

Com base nas legislações mencionadas, é evidente que o riacho Coroatá vem sendo impactado diretamente pela expansão urbana desordenada e sem o planejamento adequado. Esse processo é claramente ilustrado na Figura 4, que destaca com manchas laranjas uma área violada pela construção civil no ano de 2010, chegando a 8.185 m² de área de App violada. Já em 2023, a ocupação irregular da área de App mais que dobrou, esse aumento fica evidente pelo crescimento das manchas em vermelho, que representa as construções civis irregulares dentro da zona de Área de Preservação Permanente (APP) do riacho, chegando a 20.511 m² de área violada dentro da APP do riacho Coroatá.

Figura 4: Mapa da zona de limite e violação da área de preservação permanente (APP), do riacho Coroatá dentro do perímetro urbano de Elesbão Veloso – PI.



Fonte: Autor, 2024.

A ocupação irregular dessa área, foi também ocasionada pela falta de fiscalização competente aos órgãos públicos responsáveis, pois de acordo com o art. 3º, inciso IV, da lei nº 12.651/12, que cita as áreas rurais consolidadas:

Área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio (Brasil, 2012).

Diante disso, visto que Elesbão é uma área consolidada, pois sua expansão urbana vem acontecendo de forma gradual, e que desde 2008 que a lei aborda sua preexistência, foi comprovado que aconteceu o crescimento do dobro do quantitativo de áreas de App violadas, constatado a ineficácia dos órgãos públicos competentes no controle do crescimento urbano de Elesbão Veloso.

Essas violações representam uma contravenção às legislações ambientais citadas, comprometendo não apenas a saúde do ecossistema do riacho do Coroatá, mas também a

segurança das próprias construções e dos moradores localizados às margens do riacho. Contudo, é evidente concluir, que dentro de todo perímetro urbano que o trecho do riacho passa, está em discordância com as referidas leis apresentadas.

6.3 DOS RELATÓRIOS FOTOGRÁFICOS

A presença da mata ciliar bem conservada desempenha um papel crucial na proteção das margens dos corpos hídricos. Essa vegetação atua como uma barreira natural, prevenindo a erosão do solo e reduzindo o assoreamento dos cursos d'água (Bilac e Alves, 2014). De acordo com o roteiro de observação aplicado nos pontos selecionados no riacho Coroatá, a Área de Preservação Permanente (APP) do Ponto 1 constatou que a mata ciliar do local apresenta um bom estado de conservação, sendo observada uma cobertura vegetal integra e robusta. Esse bom estado de conservação da mata ciliar no Ponto 1, dar-se por conta da falta de urbanização ao redor do trecho do riacho analisado, e pela falta de atividades antrópicas que resulta um indicativo positivo para a saúde ecológica do Ponto 1, como podemos observar na Figura 5.

Figura 5: Nível de conservação da zona de APP do ponto 1, do riacho Coroatá.



Fonte: Autor, 2024.

Entretanto, no ponto 2, já situado dentro do perímetro urbano de Elesbão Veloso, as imagens a seguir na Figura 6, mostram ocupações irregulares com despejo direto de esgotos no corpo do riacho Coroatá. A mata ciliar do local não apresenta boas condições, a área não respeita o limite mínimo de Área de Preservação Permanente (APP), resultando em uma presença reduzida de mata ciliar. Essa situação está comprometendo a capacidade da vegetação de proteger efetivamente as margens do riacho e de manter a qualidade ambiental do local.

Figura 6: Nível de conservação da APP do ponto 2, do trecho do riacho Coroatá.



Fonte: Autor, 2024.

No ponto 3, também localizado no perímetro urbano de Elesbão Veloso, é possível observar na Figura 7, a presença de ocupações irregulares nas margens do riacho, demonstrando o não cumprimento das exigências de APP, com a presença bem escassa da mata ciliar ao longo do trecho. Além disso, foi observado o despejo direto de esgotos no riacho, com a presença de fossas sépticas ao lado do corpo hídrico, deixando a água do local com odor bem forte.

Figura 7: Nível de conservação da APP do ponto 3, no trecho do riacho Coroatá.



Fonte: Autor, 2024.

No ponto 4, como é apresentado na Figura 8, também se verificou a presença de ocupações irregulares de residências nas margens do riacho, além da identificação de uma fossa séptica perto do corpo d'água do riacho e um Lava Jato, que atua com o manejo de produtos químicos para lavagem de carros e motos, e que consequentemente faz o despejo de restos de produtos químicos juntamente com despejo direto de esgotos. A mata ciliar do local estava em más condições, com aspectos bem escasso de vegetação, além disso não obedece ao limite mínimo de APP. Essa situação reduz a capacidade de proteção das margens e compromete a saúde ecológica do trecho observado do riacho.

Figura 8: Nível de conservação da APP do ponto 4, do trecho do riacho Corroatá.



Fonte: Autor, 2024.

No último ponto, o ponto 5, situado mais a jusante da zona urbana, apresentado nas imagens da Figura 9. Esses locais, assim como os outros pontos analisados, contem ocupações irregulares por residências, o que contribui para impactos ambientais na área. A mata ciliar do local apresenta um estado relativamente em más condições, evidenciando que a APP ao longo do ponto do riacho Corroatá não está em conformidade com as exigências legais mínimas, comprometendo a integridade ecológica do ponto analisado.

Além disso, foi observado o despejo direto de efluentes domésticos no riacho, o que propicia a poluição da água e aumenta o risco de contaminação da água no trecho do Ponto.

Figura 9: Nível de conservação da APP do ponto 5, do trecho do riacho Coroatá.



Fonte: Autor, 2024.

6.4 DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para que um corpo d'água seja avaliado e classificado qualitativamente em um bom estado de uso, a qualidade da água deve atender a certos parâmetros estabelecidos por lei. No Brasil, esses parâmetros estão definidos pela Resolução Conama N° 357, de

17 de março de 2005, que trata da classificação e enquadramento de corpos d'água, e pela Resolução Conama N° 274, de 2000, que trata sobre os requisitos para balneabilidade.

Cada parâmetro possui diretrizes claras quanto aos níveis mínimos e máximos permitidos, sendo essencial que esses parâmetros sejam cuidadosamente analisados para garantir que a água esteja em conformidade com a legislação, ajudando a identificar a qualidade mínima esperada. Diante desse viés, a tabela 1, apresenta os valores dos parâmetros físico-químicos da água analisados em cinco diferentes pontos do trecho do riacho Coroatá entre o período chuvoso em maio e no período seco em agosto. As divisões dos valores dos parâmetros estão divididas da seguinte forma: os valores dentro dos padrões da lei: nas cores verdes, e os valores em desconformidade com os padrões da lei: nas cores vermelhas.

Tabela 3: Resultados das análises físico-químicas, do Potencial Hidrogeniônico (PH), Temperatura, Salinidade, Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido (OD) e Sólidos Dissolvidos (TDS), nos períodos chuvoso e seco, realizadas no local.

Dados dos Parâmetros Físico-Químicos da água (Tempo Chuvoso)					
Parâmetros	Pontos de Coleta				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
PH	7.30	7.80	7.84	7.82	7.87
Temperatura	24.6 °C	26.2 °C	26.3 °C	26.4 °C	26.4 °C
Salinidade	0.18 ppt	0.18 ppt	0.20 ppt	0.19 ppt	0.19 ppt
Cond. Elétrica	323 uS	326 uS	363 uS	385 uS	384 uS
Oxigênio Dissolvidos	8.2 mg/L	9.3 mg/L	10.9 mg/L	7.5 mg/L	7.3 mg/L
Sólidos Dissolvidos	160 ppm	164 ppm	176 ppm	190 ppm	192 ppm
Dados dos Parâmetros Físico-Químicos da água (Tempo Seco)					
Parâmetros	Pontos de Coletas				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
PH	6.36	6.92	7.7	7.13	7.12
Temperatura	24.3 °C	22.9 °C	23.7 °C	23.6 °C	23.9 °C
Salinidade	0.14 ppt	0.20 ppt	0.33 ppt	0.33 ppt	0.32 ppt
Cond. Elétrica	286 uS	378 uS	586 uS	602 uS	583 uS

Oxigênio Dissolvido	3.8 mg/L	4.9 mg/L	3.3 mg/L	5.13 mg/L	5.16 mg/L
Sólidos Dissolvidos	140 ppm	188 ppm	293 ppm	302 ppm	292 ppm

Fonte: Autor, 2024.

De acordo com Boas et al., (2023), o Potencial Hidrogeniônico (PH) expressa a concentração do íon hidrogênio e a intensidade da condição ácida ou básica de uma amostra. Os valores de pH no período chuvoso nos cinco pontos analisados no trecho do riacho Coroatá variaram entre 7,30 e 7,87, enquanto os resultados do período seco variaram entre 6,36 a 7,13 constatando que os resultados de ambos os períodos estão dentro do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05, que define um pH entre 6,0 e 9,0.

A condutividade elétrica, mede a capacidade da água de conduzir corrente elétrica, em águas naturais, a condutividade varia de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam possíveis impactos ambientais, como a presença de poluentes (CETESB, 2022). Diante disso, foi constatado que nos 5 pontos analisados, os resultados de condutividade elétrica foram todos acima do limite imposto acima, onde os resultados foram consideravelmente maiores no tempo seco, variando entre 286 e 602 $\mu\text{S}/\text{cm}$, comparado aos resultados de 323 a 385 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no tempo chuvoso. O aumento da condutividade no tempo seco pode estar relacionado à evaporação, que concentra íons na água, resultando em maior mineralização e possíveis problemas para a biota aquática (CETESB, 2022).

Os valores de sólidos totais dissolvidos (STD) também foram maiores no tempo seco (140 a 302 ppm) comparado ao tempo chuvoso (160 a 192 ppm). Isso sugere que a evaporação e a menor entrada de água fresca no tempo seco contribuem para a concentração de sólidos dissolvidos na água, um fenômeno que pode ser associado ao aumento da poluição e à degradação da qualidade da água ao longo do riacho. Apesar disso, todos os valores dos sólidos dissolvidos observados estão em concordância com o limite de 500 mg/L, estabelecido pela Resolução Conama 357/05, indicando que, embora elevados, ainda não ultrapassam os padrões legais.

Em suma, os resultados de condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos mostraram um aumento gradual diante dos pontos de coleta, mostrando a influência da presença de urbanização e do despejo de efluentes ao longo do trecho do riacho situado

dentro da zona urbana. Assim, os efeitos provenientes do despejo de efluentes no riacho Coroatá, é claramente observado quando se compara os pontos P1 e P5, que apresentam um aumento gradual no número de valor dos parâmetros observados tanto no período chuvoso como no período seco.

O oxigênio dissolvido (OD) é essencial para a sobrevivência de muitos organismos e um parâmetro crucial para avaliar os efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Os corpos hídricos onde são despejados muitos poluentes apresentam menor concentração de OD, pois ele é consumido durante a decomposição da matéria orgânica. Enquanto em águas limpas, possuem altas concentrações de OD (Von Sperling, 2007).

Os resultados dos níveis de oxigênio dissolvido variaram entre 7,3 mg/L e 10,9 mg/L no período chuvoso, permanecendo os 5 pontos acima do valor mínimo de 6 mg/L exigido pela Resolução Conama 357/05. Durante o tempo chuvoso, os níveis de OD foram mais elevados, o que pode ser atribuído à maior circulação da água e às temperaturas mais baixas, fatores que favorecem a solubilidade do oxigênio. No entanto, no período seco, os valores de OD variaram entre 3,8 mg/L a 5,16 mg/L, estando em todos os 5 pontos abaixo do limite permitido por lei, caracterizando um maior índice de poluição no período seco em relação ao OD.

Observa-se na Tabela 2, os níveis de nitrato no riacho Coroatá variaram entre 0,10 mg/L e 0,70 mg/L no período chuvoso e entre 0,10 mg/L e 1,0 mg/L no período seco. Estes valores estão abaixo do limite de 10 mg/L estabelecido pela Resolução Conama 357/05, indicando que os níveis de nitrato dos cinco pontos analisados estão dentro dos padrões legais. O aumento dos níveis de nitrato durante o período seco pode ser atribuído à menor diluição da água, resultante da redução do volume hídrico e da menor circulação da água, que favorece o acúmulo de nutrientes. Embora o nitrato seja um nutriente essencial, concentrações elevadas podem contribuir para a eutrofização, um processo que pode ter consequências negativas para o corpo hídrico (Fonseca, 2017).

Tabela 4: Resultados das análises físico-químicas, Fosfato, Amônia, Nitrito e Nitrato, nos períodos chuvoso e seco.

Dados dos Parâmetros Físico-Químicos da água (Tempo chuvoso)					
Parâmetros	Pontos de Coletas				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Fosfato	0,0 mg/L	0,0 mg/L	0,0 mg/L	0,0 mg/L	0,0 mg/L
Amônia	0,10 mg/L	0,10 mg/L	0,0 mg/L	0,10 mg/L	0,0 mg/L
Nitrito	0,01 mg/L	0,01 mg/L	0,01 mg/L	0,01 mg/L	0,01 mg/L
Nitrato	0,10 mg/L	0,30 mg/L	0,70 mg/L	0,10 mg/L	0,10 mg/L
Dados Parâmetros Físico-químicos da água (Tempo Seco)					
Parâmetros	Pontos de Coletas				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Fosfato	0,0 mg/L	0,0 mg/L	0,0 mg/L	0,0 mg/L	0,0 mg/L
Amônia	0,25 mg/L	0,25 mg/L	0,25 mg/L	0,25 mg/L	0,25 mg/L
Nitrito	0,01 mg/L	0,1 mg/L	0,03 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L
Nitrato	0,10 mg/L	0,30 mg/L	0,50 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L

Fonte: Autor, 2024.

O nitrito, um intermediário no ciclo do nitrogênio, apresentou valores baixos em ambos os períodos, com um valor constante de 0,01 mg/L nos 5 pontos, no período chuvoso. Já no período seco, foi notado um aumento nos níveis de nitrato, com variações entre 0,01 mg/L e 0,5 mg/L. De acordo com Fonseca, (2017), a presença de nitrito em águas superficiais geralmente indica processos biológicos ativos, influenciados por poluição orgânica recente. Embora observado um aumento nos níveis de nitrito, os resultados permanecem baixos, estando dentro do limite imposto pela Resolução Conama 357/05 de 1,0 mg/L.

A amônia foi detectada em maiores concentrações durante o período seco, com valores constantes de 0,25 mg/L nos 5 pontos analisados, enquanto no período chuvoso variou entre 0,0 e 0,10 mg/L. A maior concentração de amônia no tempo seco pode ser consequência da menor diluição da água e da decomposição de matéria orgânica em condições de estagnação. A presença de amônia em níveis mais elevados durante o

período seco pode indicar poluição orgânica ou estado de concentração da água (Fonseca, 2017). Entretanto, as concentrações observadas ainda estão abaixo dos valores máximos permitidos pela Resolução Conama 357/05, sugerindo que, apesar das variações, os níveis de amônia no riacho Coroatá ainda se mantêm dentro dos limites aceitáveis.

Diante dos resultados das análises físico-químicas, a condutividade elétrica e os sólidos dissolvidos totais foram particularmente mais altos no tempo seco, o que se observou um impacto ambiental crescente ao longo dos Pontos do riacho, possivelmente devido à urbanização e ao despejo de efluentes. Os níveis de pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e nitrato também variaram conforme as condições climáticas, mas permaneceram dentro dos padrões aceitáveis, o que indica que, embora haja sinais de impacto ambiental, a qualidade da água do riacho Coroatá, nos parâmetros físico-químicos ainda se mantêm dentro dos limites legais estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 (Brasil, 2005).

6.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Outro fator culminante para o diagnóstico ambiental da água do riacho Coroatá, e necessariamente para condições de balneabilidade, foram os resultados das duas análises microbiológicas realizadas nos cinco pontos do trecho do riacho, dentro de um espaço de tempo entre maio no período chuvoso e agosto no período seco. Os resultados revelaram a contaminação por coliformes totais e pela bactéria *Escherichia coli*, onde foi constatado que as concentrações de coliformes totais e *E. coli* estão acima dos limites estabelecidos pela Resolução nº 274/2000 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil, 2000).

A presença de *E. coli* na água serve como indicador de patógenos entéricos e pode ser resultado, entre outros fatores, do descarte de águas residuárias, abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (Brasil, 2000). Conforme podemos observar na Tabela 3, os valores de *E. Coli* observados, foram todos acima dos padrões de balneabilidade estabelecidos pela Resolução Conama nº 274 (Brasil, 2000).

Tabela 5: Resultados das análises microbiológicas de Escherichia Coli, dos 5 pontos do trecho do riacho Coroatá entre os períodos chuvoso e seco.

Análise bacteriológica Escherichia coli (período chuvoso)					
Parâmetro	Pontos de Coletas				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
E. Coli	1.680 UFC/100 mL	5.220 UFC/100 mL	5.100 UFC/100 mL	5.360 UFC/100 mL	4.860 UFC/100 mL
Análise bacteriológica Escherichia coli (período seco)					
Parâmetro	Pontos de Coletas				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
E. Coli	640 UFC/100 mL	5.440 UFC/100 mL	9.920 UFC/100 mL	11.360 UFC/100 mL	2.800 UFC/100 mL

Fonte: Autor, 2024.

Os dados microbiológicos revelam diferenças notáveis nos níveis de E. coli entre os períodos chuvoso e seco, evidenciando o impacto das condições climáticas sobre a qualidade da água. No período chuvoso, os valores de E. coli variaram de 1.680 a 5.360 UFC/100 mL, com o maior valor registrado dentro do perímetro urbano no Ponto 4 e o menor no Ponto 1, fora da zona urbana de Elesbão. Esses valores mais parecidos, com exceção do Ponto 1, sugere que o período chuvoso pode ter contribuído para a diluição e dispersão dos contaminantes fecais na água, resultando em uma distribuição mais uniforme das bactérias entre os pontos de coleta. A diluição ocorre devido ao aumento do volume de água, que, ao se misturar com fontes de poluição, tende a reduzir a concentração de microrganismos (Gomes et al., 2022).

No entanto, durante o período seco, a variação nos valores de E. coli foi mais pronunciada, oscilando de 640 a 11.360 UFC/100 mL. Novamente o ponto de coleta que apresentou o maior nível de E. Coli foi o ponto 4, que fica dentro da zona urbana de Elesbão Veloso, e apresentou uma concentração de E. Coli de (11.360 UFC/100 mL), enquanto o Ponto 1, que fica fora do perímetro urbano sem presença de urbanização

manteve os menores níveis (640 UFC/100 mL). Essa disparidade acentuada durante o período seco pode ser atribuída à menor diluição dos contaminantes devido à redução do volume de água, que, combinada com a evaporação, favorece a concentração de *E. coli* (Gomes et al., 2022). O Ponto 4, em particular, destaca-se como um local de maior vulnerabilidade à contaminação fecal durante condições secas, possivelmente devido ao despejo desenfreado de esgotos diretamente no corpo hídrico do riacho Coroatá.

Já os coliformes termotolerantes, são bactérias do grupo dos coliformes totais são caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidase e pela capacidade de fermentar lactose, produzindo gás em 24 horas a uma temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tensoativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de estarem presentes em fezes humanas e animais, também podem ser encontradas em solos, plantas ou qualquer efluente contendo matéria orgânica (Brasil, 2000).

Os resultados das análises de coliformes totais como mostra a seguir a Tabela 4, em cores vermelhas também foram todos acima do permitido por lei, excedendo em todos os pontos o valor máximo de 2.500 Coliformes previsto na Conama 274/00 (Brasil, 2000).

Tabela 6: Resultados das análises microbiológicas de Coliformes Totais, dos 5 pontos do trecho do riacho Coroatá entre os períodos chuvoso e seco.

Análise bacteriológica Coliformes Totais (período chuvoso)					
Parâmetros	Pontos de Coletas				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Coliformes Totais	4.640 UFC/100 mL	11.760 UFC/100 mL	12.880 UFC/100 mL	13.360 UFC/100 mL	10.160 UFC/100 mL
Análise bacteriológica Coliformes Totais (período seco)					
Parâmetros	Pontos de Coletas				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Coliformes Totais	2.080 UFC/100	12.080 UFC/100	19.280 UFC/100	20.960 UFC/100	15.600 UFC/100

	mL	mL	mL	mL	mL
--	----	----	----	----	----

Fonte: Autor, 2024

No período chuvoso, os valores de Coliformes Totais variaram de 4.640 a 13.360 UFC/100 mL, com novamente o maior valor registrado no Ponto 4 e o menor no Ponto 1. A distribuição dos coliformes durante esse período sugere que a chuva exerce um efeito diluidor sobre os contaminantes, o que pode resultar em uma distribuição mais equilibrada das bactérias entre os diferentes pontos de coleta (Viana et al., 2023). A maior concentração no Ponto 4 pode estar associada a uma maior exposição a fontes de contaminação, mesmo com a chuva contribuindo para a diluição.

Por outro lado, no período seco, os valores de Coliformes Totais variaram de 2.080 a 20.960 UFC/100 mL, ficando dentro do padrão somente no ponto 1, por conta da concentração da água, e pelo não despejo de efluentes no ponto. Mas já os demais pontos, foi evidenciando um grande aumento, especialmente no Ponto 4, onde os valores quase que dobraram em comparação ao período chuvoso. Esse aumento expressivo pode ser explicado pela menor diluição dos contaminantes, já que o volume de água é reduzido durante o período seco, e pela evaporação, que concentra ainda mais as bactérias na água restante (Viana et al., 2023). Além disso, o Ponto 4 emerge como o local mais crítico analisado, apresentando os níveis mais elevados de Coliformes Totais e E. Coli, tanto no período seco quanto no período chuvoso, o que indica a presença de fontes de contaminação mais intensas com maior concentração de poluentes.

Esses resultados indicam que a qualidade da água se encontra fortemente influenciada pelas estações climáticas e pelo despejo inadequado de efluentes advindos da crescente urbanização de Elesbão Veloso, com uma tendência de aumento na concentração de E. coli e Coliformes Totais em períodos secos, quando a capacidade de dispersão dos contaminantes é reduzida. Por outro lado, durante períodos chuvosos, a chuva ajuda na atenuação da contaminação bacteriana.

De acordo com Berg et al. (2013), a balneabilidade refere-se à capacidade de um local de permitir o banho e a prática de atividades esportivas em suas águas, ou seja, à qualidade dessas águas destinadas à recreação de contato primário. Nesse contexto, a Resolução Conama nº 274/00, § 4º do art. 2º, “a existência de lançamento de esgoto deve ser indicativa de condições restritivas de balneabilidade, devido à possibilidade de apresentar substâncias prejudiciais à saúde humana ou tornar a recreação desagradável” (Brasil, 2000).

No entanto, conforme apresentado na figura 10 a seguir, onde é constatado a identificação de 10 locais que os esgotos são despejados diretamente no riacho Coroatá, evidenciando desde o início a inadequação do riacho Coroatá para esses propósitos, pois, o riacho sofre com o despejo direto de esgotos em suas águas. Portanto, com base na letra da lei apresentada, o riacho Coroatá está inutilizável para recreação e balneabilidade.

Figura 10: Identificação do despejo direto de esgotos no corpo do riacho Coroatá.



Fonte: Autor, 2024.

7 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, é visto com notoriedade as consequências do crescimento urbano de Elesbão Veloso em relação ao corpo hídrico do riacho Coroatá. Onde que o crescimento urbano irregular da zona urbana está impactando o riacho Coroatá, com a violação da APP do riacho e com o despejo de efluentes diretamente no corpo hídrico do riacho Coroatá.

Essa afirmativa ganha mais força, quando observamos os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas no Ponto 1, que fica fora da zona urbana de Elesbão Veloso, onde no qual foi apresentado em seus resultados baixas taxas de poluição em ambas as análises, comparados aos 4 pontos analisados dentro do setor urbano que apresentaram altos índices de poluição em decorrência principalmente do descarte inadequado de efluentes. Outro fator crítico que comprovam a poluição do riacho, foi a identificação de esgotos sendo despejados diretamente nas águas do riacho.

Dessa forma, os resultados observados nos períodos chuvoso e seco revelaram resultados importantes que refletem o impacto do crescimento urbano de Elesbão Veloso – PI e a má gestão dos seus efluentes, em que as condições climáticas juntamente com o despejo de efluentes tem interferência direta na qualidade da água do riacho Coroatá, e comprovam que a água do riacho está em estado impróprio e inutilizável para consumo e balneabilidade de acordo com as leis vigentes.

Nesse sentido, recomendamos que os órgãos públicos competentes se sensibilizem para realizar a revitalização e proteção desse recurso natural tão importante, identificando e controlando as principais fontes de poluição, investindo em técnicas de tratamento de efluentes no município, além de promover a restituição da mata ciliar das margens do riacho e por fim aumentar o enfoque na Educação Ambiental. Essas ações têm como objetivo conscientizar a população sobre os riscos à saúde associados ao contato com água contaminada e incentivar práticas de uso sustentável dos recursos naturais. Essas medidas podem ser cruciais para mitigar as fontes poluidoras acerca do riacho Coroatá, e ajudar no processo de revitalização do riacho.

Portanto, o diagnóstico ambiental inédito realizado nesta pesquisa é de extrema importância para mostrar um pouco da realidade qualitativa que se encontra o riacho Coroatá, um corpo hídrico tão importante para o município de Elesbão Veloso – PI.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras** – Edição Especial – 2015, Brasília – DF, 2015.

AGUIAR, Robério Bôto de. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Elesbão Veloso. Organização do texto por Robério Bôto de Aguiar e José Roberto de Carvalho Gomes. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/15939/1/Rel_ElesbaoVeloso.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024

ALMEIDA JUNIOR, Márcio Antônio Bezerra de. **Diagnóstico dos impactos ambientais provenientes do lançamento de efluentes no rio Piancó em Pombal-PB**. 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/20390>. Acesso em: 02 out. 2023.

ALVARENGA, A.M.S.B. Caracterização limnológica e classificação das macrófitas aquáticas flutuantes nas cavas de areia da univap campus urbanova jacareí/SP. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade do Vale do Paraíba, Faculdade de Educação e Artes, Jacareí, 2012. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=UsdxDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA12&dq=ALVARENGA,+A.M.S.B.+Caracteriza%C3%A7%C3%A3o+limnol%C3%B3gica+e+classifica%C3%A7%C3%A3o+das+macr%C3%B3fitas+aqu%C3%A1ticas+flutuantes+nas+cavas+de+areia+da+univap+campus+urbanova+jacare%C3%AD/SP.+49+f.+TCC+\(Gradua%C3%A7%C3%A3o\)++Curso+de+Ci%C3%A4ncias+Biol%C3%B3gicas,+Universidade+do+Vale+do+Para%C3%ADba,+Faculdade+de+Educa%C3%A7%C3%A3o+e+Artes,+Jacare%C3%AD,+2012,+Acesso+em:+28+mai.+2024.&ots=1YdyDUad0l&sig=wrAsvxWreT5Ld5WDw8OEHBgHsdI](https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=UsdxDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA12&dq=ALVARENGA,+A.M.S.B.+Caracteriza%C3%A7%C3%A3o+limnol%C3%B3gica+e+classifica%C3%A7%C3%A3o+das+macr%C3%B3fitas+aqu%C3%A1ticas+flutuantes+nas+cavas+de+areia+da+univap+campus+urbanova+jacare%C3%AD/SP.+49+f.+TCC+(Gradua%C3%A7%C3%A3o)++Curso+de+Ci%C3%A4ncias+Biol%C3%B3gicas,+Universidade+do+Vale+do+Para%C3%ADba,+Faculdade+de+Educa%C3%A7%C3%A3o+e+Artes,+Jacare%C3%AD,+2012,+Acesso+em:+28+mai.+2024.&ots=1YdyDUad0l&sig=wrAsvxWreT5Ld5WDw8OEHBgHsdI). Acesso em: 28 mai. 2024.

AMORIM, Marco Antônio Mota. **Novas diretrizes para a cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil**. 2022. 150 f., il. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/46243>. Acesso em: 06 ago. 2024.

BARBINO, Gutieres Camatta; SILVA, Jonathan Moreno da; ARAUJO CARMELLO, Núbia Deborah; ANDRADE, Nara Luísa Reis de. **Os eventos extremos como instrumentos de informação na gestão dos recursos hídricos**. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 34, n. 20, p. 224–241, 2024. DOI: 10.55761/abclima.v34i20.16497. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/16497>. Acesso em: 5 set. 2024.

BARBOSA, Tiago Ribeiro. Garantia probabilística em monitoramento da qualidade de efluente de um sistema de lagoas de estabilização. 2021. 33 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74397>. Acesso em: 4 ago. 2024.

BERG, Carlos Henrique; GUERCIO, Mary Jeruza; ULBRICHT, Vânia Ribas. **Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da world health organization. International Journal of Knowledge Engineering and Management**, v. 2, n. 3, p. 83-101, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ijkem/article/view/81467>

BILAC, R. P. R. .; ALVES, A. de M. . **CRESCIMENTO URBANO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs): UM ESTUDO DE CASO DO LEITO DO RIO APODI/MOSSORÓ NA ZONA URBANA DE PAU DOS FERROS-RN**. Revista Geotemas, Pau dos Ferros, v. 4, n. 2, p. 79–85, 2014. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/677>. Acesso em: 29 jul. 2024.

BOAS, LINCON ALMEIDA et al. **Avaliação de parâmetros físico-químicos de qualidade da água da Barragem Tutu Reuter no município de Montanha, ES, Brasil**. Revista Ifes Ciência, v. 9, n. 1, p. 01-12, 2023. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/1699>. Acesso em: 12 jul. 2024.

BORGES, Fabricio Quadros. **Planejamento integrado de recursos como estratégia de implantação da gestão hídrica no Brasil**. Research, Society and Development, v. 10, n. 5, p. e47410515226-e47410515226, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15226>. Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL, 1997. **Lei Federal nº 9433**, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=5fa9a83f5badd35dfde874c2a0a1e52dbf728e56065eb6c8fddf20626908ad23JmltdHM9MTczMDc2NDgwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=10a500e8-4e90-6e19-1233-12154f2e6f70&psq=BRASIL%2c+1997.+Lei+Federal+n%C2%B0+9433%2c+de+8+de+janeiro+de+1997.&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cucGxhbmFsdG8uZ292LmJyL2NjaXZpbF8wMy9MRUJTL0w5NDMzMmh0bQ&ntb=1>.

BRASIL. Lei 12.651 -25 de maio de 2012, **Novo Código Florestal. 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 20 de julho de 2024.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA**. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 mai. 2011. Acesso em: 12 set. 2023.

BRASIL. CONAMA. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras**. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, n. 18, p. 70- 71, 25 jan. 2001.. Acesso em: 23 fev. 2024.

BRITO MEDEIROS, Katharine Taveira; DE LUCENA, Mycarla Míria Araújo. **Gestão dos recursos hídricos: uma revisão sob a perspectiva dos objetivos do desenvolvimento sustentável.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 12, n. 1, p. e12549-e12549, 2023. Disponível em:

https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/12549. Acesso em: 12 set. 2024.

CASTRO, César Nunes de; PEREIRA, Caroline Nascimento. **Revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco: histórico, diagnóstico e desafios.** 2019.

Disponível em:

<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9351/1/Revitalizacao%20da%20bacia%20hidrografica%20do%20rio%20s%C3%A3o%20francisco.pdf> Acesso em: 19 out. 2023.

CETESB. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo.** 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/> Acesso em: 24 ago. 2024.

COELHO, Camila Riquete; PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza; FREITAS, Welington Kiffer de. **Gestão dos Recursos Hídricos: percepção ambiental e gestão participativa sob a ótica dos membros do Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.** GEOGRAFIA (Londrina), [S. l.], v. 33, n. 1, p. 145–165, 2023. DOI: 10.5433/2447-1747.2024v33n1p145. Disponível em:

<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/48126>. Acesso em: 5 nov. 2024.

DA SILVA, Fabio Leandro et al. **Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 14, n. 3, p. 1626-1653, 2021. Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/249101>. Acesso em: 12 jun. 2024.

DENNY, D. M. T. GRANZIERA, M. L. M.; GONÇALVES, A. F. **COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA: GOVERNANÇA E EFETIVIDADE NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 227–247, 2020. DOI: 10.19177/rgsa.V9e42020227-247. Disponível em:

https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7955. Acesso em: 11 ago. 2023.

DE SOUSA, Kelvy Araujo; GONCALVES, Wandyla Kellen Oliveira. **Identificação de pontos de degradação no percurso do riacho Capivara no município de Imperatriz, Maranhão.** Revista Técnica Ciências Ambientais, v. 1, n. 7, p. 1-14, 2023. Disponível em: <https://ipabhi.org/repositorio/index.php/rca/article/view/105>. Acesso em: 29 out. 2024.

DE SOUZA RAMOS, Adolfo; DE OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos; DE REZENDE ARAÚJO, Thiago Moreira. **Qualidade da água: parâmetros e métodos mais utilizados para análise de água de recursos hídricos superficiais.** Holos Environment, v. 19, n. 2, p. 205-219, 2019. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/12315>. Acesso em: 13 set. 2024.

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mata Ciliar**. 2008.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrados/coleção-entomologica/biomacerrado/mata-ciliar>. Acesso em: 22 jul. 2024.

FEDERAL, Senado. LEI Nº 6.766, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1979. Dispõe sobre Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências, 2023. Disponível em: https://graopara.sc.gov.br/uploads/sites/272/2021/12/827447_Lei_6766_79_Parcelamento_do_Solo.pdf. Acesso em: 06 nov. 2024.

FONSECA, André Lemos. **Determinação do índice de nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal na água da lagoa de extremoz/RN**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/38338>. Acesso em: 15 ago. 2024.

Franco, G. B., Souza, C. M. P. de, Betim, L. S. Marques, E. A. G., Gomes, R. L., & Chagas, C. da S. (2012). **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ALMADA (BA)**. GEOGRAFIA (Londrina), 20(3), 071–094. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/8034>. Acesso em: 22 out. 2023.

GOMES, J. P.; SANTOS, G. B.; VALENTINI, M. H. K.; VIEIRA, B; M. **Avaliação da variabilidade de parâmetros da qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguarão**. Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, n. 40, p. 31- 45, 2022. Disponível em: <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/4493>. Acesso em: 24 ago. 2024.

HOLANDA, Débora Maciel Castelo; SALES, Marta Celina Linhares. **NASCENTES NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA: IMPLICAÇÕES E CONSEQUÊNCIAS PARA O GERENCIAMENTO HÍDRICO AMBIENTAL**. Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 23, n. 3, p. 470-482, 2021. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ece5/123425f222ce5d598db06427afea6c74bf3b.pdf>

«IBGE Cidades». Estimativa Populacional de 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 12 de Dezembro de 2022. Consultado em 14 de outubro de 2023. Acesso em: 20 out. 2023.

IBRAMAR, Instituto Brasileiro dos Recursos Ambientais e Assessoria Rural. **Projeto Nascente do Rio Poti - Piauí, Vila Velha, Espírito Santos**. 15 de novembro de 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-semeando-aguas/projetos/bacia-do-parnaiba-1/projeto_anexo-i-1.pdf. Acesso em: 28 jun. 2024.

LEI MUNICIPAL N.º: 726 / 2019, 01 DE NOVEMBRO DE 2019 Elesbão Veloso. **Lei nº 726, de 01 de novembro de 2019. Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo no Perímetro Urbano de Elesbão Veloso Piauí: Legislação Municipal**. Elesbão Veloso Piauí, PI, 01 nov. 2019. p. 1-56. Acesso em: 02 mai. 2024.

MONTEIRO, Alexandre Sakaki Souza; MARQUES, Victória Stefane Dos Anjos Silva. **CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DOS RIOS E BACIAS HIDROGRÁFICAS**. 2022. Disponível em:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/2e884a79-79fe-4782-a472-24a5408ed31d>

NUNES, H. K. B., SILVA, J. F. A., AQUINO, C. M. S., **O RIO E CIDADE: O RIO POTI NO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DE TERESINA (PIAUÍ) E AS VULNERABILIDADES ASSOCIADAS**. Rio Poti: caminhos de suas águas, Teresina: EDUFPI, 2020. Cap VI, p. 183. Disponível em:

<https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/47604>. Acesso em: 11 abr. 2024.

PLANO NASCENTE PARNAÍBA: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba / Eduardo Jorge de Oliveira Motta e Ney E. Wanderley Gonçalves (organizadores). Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil – 2016. Disponível em:

<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=f2777b911b6648e15e9335bd559a531e626e2ba9feb77b04d33ab730746eb1eJmldHM9MTczMDc2NDgwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=10a500e8-4e90-6e19-1233-12154f2e6f70&psq=Bacia+Hidrografica+do+Rio+Panaiba%2c+Codevasf+2016&u=a1aHR0cHM6Ly9qYmJuaWJpY3QuYnIvYml0c3RyZW50ZVBBUk5BSUJBLnBkZg&ntb=1>. Acesso em: 12 mai. 2024.

ROCHA, Josué Davinci Nunes. **Impacto da Urbanização em Canais Fluviais Intermitentes: Subsídio ao Planejamento da Cidade de Assú RN/ Mossoró**, 2023.

Disponível em: https://www.uern.br/controladepaginas/ppgeo-dissertacoes/arquivos/3645diss_joshua%C2%A1.pdf. Acesso em: 10 abr. 2024.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. Disponível em:

<https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2024.

SILVA, L. A.; HERMANN, H. O. **Uso e a ocupação do solo em área de preservação permanente**. Anais do V ENANPPAS-Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade. Brasília, DF, 2008. Acesso em: 15 jul. 2024.

VIANA, C. M.; VALENTINI, M. H. K. .; SANTOS, G. B. dos .; GUTERRES, D. da S. .; VIEIRA, B. M. . **Avaliação da qualidade da água através da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos e do índice de violação: estudo de caso do rio Arroio Grande e da Praia do Pontal - RS**. Revista Ambientale, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 30–39, 2023. DOI: 10.48180/ambientale.v15i1.431. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/431>. Acesso em: 23 ago. 2024.

VON SPERLING, M. **Estudos e Modelagem da qualidade da água em rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2007. 588. Acesso: 20 abr. 2024.

APÊNDICE A - ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO

USO E OCUPAÇÃO DAS MARGENS DO RIACHO COROATÁ DENTRO DO PERÍMETRO URBANO DE ELESBÃO VELOSO/PI

1º O ponto do trecho do riacho apresenta construção civil aos arredores de suas margens?

Caso a resposta for “SIM”, responda às perguntas A B e C.

() SIM () NÃO

A. Quais os tipos de construções?

() Residencial () Comercial () Industrial

B. Quantas construções possuem nas margens do riacho? () - 10 () +10

C. Essas construções possuem ameaça poluidora para o riacho? Se “SIM”, descreva-os no espaço de observações abaixo.

() SIM () NÃO

OBSERVAÇÕES:

2º O ponto do trecho do riacho possui despejo direto de efluentes ao seu corpo?

() SIM () NÃO

3º O ponto do trecho do riacho apresenta processos erosivos nas suas margens?

() SIM () NÃO

4º O ponto do trecho do riacho possui coloração turva nas suas águas?

() SIM () NÃO

5° O ponto do trecho do riacho possui a presença de eutrofização nas suas águas?

() SIM () NÃO

6° O trecho do riacho apresenta mata ciliar nas suas margens? Caso a resposta for “SIM”, responda as letras A B e C.

() SIM () NÃO

A. O estado da mata ciliar encontra-se em um bom estado? Caso a resposta for “NÃO”, faça observações no espaço abaixo!

() SIM () NÃO

OBSERVAÇÕES:

B. A App do trecho do riacho apresenta proteção vegetativa, conforme explícito no Código Florestal, lei nº12.651, de 2012? Caso a resposta for “NÃO”, descreva as causas nas observações abaixo!

() SIM () NÃO

OBSERVAÇÕES: