UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

GEORGE GÉRSON ARAÚJO DA SILVA

# MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA SUB-BACIA DO RIO TIBIRI E ÁGUA POTÁVEL DO MUNICÍPIO DE SANTA RITA-PB

SUMÉ - PB
2025

**GEORGE GÉRSON ARAÚJO DA SILVA**

# MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA SUB-BACIA DO RIO TIBIRI E ÁGUA POTÁVEL DO MUNICÍPIO DE SANTA RITA-PB

**Dissertação apresentada Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.**

**Área de Concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos.**

**Linha de Pesquisa: Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água.**

**Orientador: Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros.**

**SUMÉ - PB**

**2025**




S586m Silva, George Gérson Araújo da.
Monitoramento da qualidade da água da sub-bacia do Rio Tibiri e água potável do município de Santa Rita-PB. / George Gérson Araújo da Silva. - 2025.

106 f.

Orientador: Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros.
Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA.
Inclui Relatório Técnico.

1. Qualidade da água. 2. Sub-bacia do Rio Tibiri. 3. Santa Rita-PB – Rio Tibiri. 4. Abastecimento urbano – Santa Rita-PB. 5. Rio Tibiri – qualidade da água. 6. Ações antrópicas e qualidade da água. 7. Análise físico-química da água. I. Medeiros, Paulo da Costa. II. Título.

CDU: 628.1(043.2)

**GEORGE GÉRSON ARAÚJO DA SILVA**

# MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA SUB-BACIA DO RIO TIBIRI E ÁGUA POTÁVEL DO MUNICÍPIO DE SANTA RITA-PB

**Dissertação apresentada Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.**

## BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros**
**Orientador – UATEC/CDSA/UFCG**

**Dr. Paulo Roberto Megna Francisco.**
**Examinador Externo – CTRN/UFCG**

**Professor Dr. Hugo Morais de Alcântara.**
**Examinador Interno – UATEC/CDSA/UFCG**

**Trabalho aprovado em: 21 de março de 2025.**

**SUMÉ - PB**

A Deus, fonte de força e sabedoria. À minha amada família, em especial aos meus filhos e à minha esposa. A todos que me ajudaram ao longo da minha trajetória acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me proporcionar força nos momentos difíceis, por colocar pessoas boas no meu caminho e por todas as oportunidades a mim concedidas.

Aos meus amados filhos, Guilherme Gabriel e Luna Maria, que são os motivos que me fazem querer melhorar como pessoa a cada dia da minha vida, são eles que me proporcionam inspiração para procurar adquirir conhecimentos que sirvam de referências para suas vidas.

A minha amada esposa Janaina, por todo amor, companheirismo e por sempre estar ao meu lado nos momentos bons e difíceis.

Aos meus amados pais, Jorge e Silvana, por toda dedicação e incentivo que sempre tiveram comigo e ao meu irmão Jefferson, pelo carinho e por toda parceria.

A minha querida sogra Lúcia de Fátima, pelo carinho e respeito que sempre tivemos um pelo outro.

Aos meus amados familiares por toda confiança e incentivo, especialmente ao meu amado avô Severino, o maior incentivador dos meus objetivos.

A minha turma de mestrado, composta por pessoas determinadas e companheiras que sempre se dispuseram a ajudar uns aos outros.

A meu companheiro de turma Jorismar, por toda parceria que tivemos durante essa jornada.

Aos professores do programa ProfÁgua, por todo conhecimento transmitido, pela dedicação e paciência.

Ao professor Paulo, por sempre me tranquilizar, pelas ideias construtivas com a minha dissertação e por toda motivação durante a fase final do mestrado.

Ao professor Hugo, que antes da minha entrada no mestrado sempre foi atencioso e incentivador, respondendo todas as minhas dúvidas por e-mail.

Aos meus grandes amigos e companheiros de trabalho, Alex, Anderson, Carlos, Clara, Edson, Ewerton, Raul, Valdlino e Weslley, pelo apoio e por toda ajuda na coleta dos dados.

Aos professores das escolas públicas em que estudei, por toda dedicação e carinho que tiveram comigo, mesmo quando as condições não eram favoráveis para ministrar as aulas.

A empresa Águas do Nordeste - ANE, pelo espaço cedido, pela disposição de

informações e por todo incentivo concedido.

Ao apoio para realização deste trabalho por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, em nível de Mestrado, na Categoria Profissional, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

À Universidade Federal de Campina Grande - UFCG e ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - CDSA pelo apoio técnico.

Uma pessoa inteligente deve sempre procurar aprender um pouco mais enquanto estiver viva.

Severino Antônio da Silva

## RESUMO

Após a criação da Lei das Águas nº 9.433/1997, a gestão hídrica nacional adquiriu contornos favoráveis que proporcionaram o planejamento e a execução de ações que objetivaram melhorar a qualidade e a disponibilidade de água em uma bacia hidrográfica. A Sub-bacia do Rio Tibiri necessita de um equilíbrio socioambiental, por ser a principal fonte hídrica da cidade de Santa Rita - PB, há anos esse corpo hídrico sofre com ações externas de despejo de sujidades, assoreamento da bacia e redução da mata ciliar, apartando-se cada vez mais do seu estado natural, especialmente em áreas ribeirinhas, adquirindo condições mais críticas nos períodos chuvosos. A presente pesquisa refere-se à análise físico-química da água da área de estudo, tanto em períodos chuvosos como em períodos de estiagens, de maneira a identificar variações de parâmetros que possam impactar no tratamento da água para o abastecimento humano. A metodologia adotada configura-se como uma pesquisa qualitativa e quantitativa que contou com informações relacionadas ao ano de 2023. Os registros utilizados foram referentes à pluviometria do município, os parâmetros da água bruta das amostras coletadas no barramento da captação e da água tratada de amostras coletadas na saída da ETA, visando as condições de enquadramento, de acordo com o que estabelecido pelas Diretrizes 205 da SUDEMA/PB de 23 de março de 1988 e pela Resolução do CONAMA n° 357/05, e se a água tratada atendeu aos requisitos de potabilidade determinados pela Portaria GM/MS nº 888/2021. Foram observados os parâmetros de cor aparente, turbidez e pH no intuito de evidenciar a influência da chuva na redução da qualidade da água tanto na água bruta, como nas condições após o tratamento. Com os resultados foi constatado que, em períodos chuvosos, a água adquiriu características discrepantes de um rio enquadrado como classe 2, havendo uma correlação muito forte entre as chuvas e os parâmetros de cor aparente e turbidez, porém, em períodos de estiagem foram atendidos todos os requisitos da Resolução CONAMA n° 357/05. A água tratada manteve-se coerente a todos os parâmetros de potabilidade, porém, apresentou uma correlação muito forte para parâmetro da cor aparente e forte para pH, quando correlacionados com os mesmos parâmetros da água bruta. Portanto, os dados apresentados mostraram-se pertinentes para subsidiar informações que possam apoiar na gestão da água para o abastecimento local, auxiliar na elaboração de melhores estratégias de gerenciamento, proporcionar transparência para a população e contribuir com as metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6.



**Palavras-chave:** Abastecimento urbano. Períodos chuvosos. Ações antrópicas. Análise físico-química.

## ABSTRACT

After the enactment of Water Law No. 9,433/1997, Brazil's national water management framework gained favorable conditions that enabled the planning and implementation of actions aimed at improving the quality and availability of water in hydrographic basins. The Tibiri River Sub-basin requires socio-environmental balance, as it represents the main water source for the municipality of Santa Rita, Paraíba. For several years, this water body has suffered from external impacts such as pollutant discharges, siltation, and reduction of riparian vegetation, gradually distancing itself from its natural state, especially in riverside areas, and reaching more critical conditions during rainy periods. This research presents a physicochemical analysis of the water in the study area, covering both rainy and dry periods, in order to identify variations in parameters that may influence water treatment for human supply. The methodology was both qualitative and quantitative, using data from the year 2023. The records analyzed included municipal rainfall data, raw water parameters from samples collected at the intake dam, and treated water samples obtained from the outlet of the Water Treatment Plant (WTP). The analyses were carried out in accordance with SUDEMA/PB Directive No. 205 of March 23, 1988, CONAMA Resolution No. 357/2005, and the potability requirements established by Ordinance GM/MS No. 888/2021. The parameters of apparent color, turbidity, and pH were evaluated to assess the influence of rainfall on water quality degradation in both raw and treated water. The results indicated that during rainy periods, the water presented characteristics inconsistent with those expected for a Class 2 river, showing a very strong correlation between rainfall and the parameters of apparent color and turbidity. During dry periods, however, all requirements of CONAMA Resolution No. 357/2005 were met. The treated water remained within potability standards but exhibited a very strong correlation for apparent color and a strong correlation for pH when compared to raw water. Therefore, the findings are relevant for supporting local water management, guiding the development of improved management strategies, promoting transparency to the population, and contributing to the goals of Sustainable Development Goal 6 (Clean Water and Sanitation).

**Keywords**: Urban water supply. Rainy seasons. Anthropogenic actions. Physical-chemical analysis.

# LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Matriz de funcionamento do SINGREH. ..... 31
Figura 2 - Composição do SIGERH. ..... 39
Figura 3 - Percurso da SBUH-RT até sua foz (rio Paraíba). ..... 46
Figura 4 - Areeiro ao norte do rio. ..... 47
Figura 5 - Lançamento de resíduos. ..... 47
Figura 6 - Areeiros em função da SUBH - RT. ..... 48
Figura 7 - Nascentes da SUBH - RT. ..... 48
Figura 8 - Moradores recreando próximo à estação de captação. ..... 49
Figura 9 - Pontos selecionados para coletas das amostras. ..... 51
Figura 10 - Pluviômetro Ville de Paris. ..... 52
Figura 11 - Tipos de correlações. ..... 54
Figura 12 - Acumulado mensal da pluviometria do município de Santa Rita - PB. ..... 61
Figura 13 - Monitoramento mensal da cor aparente da SUBH - RT. ..... 62
Figura 14 - Médias da pluviometria e da cor aparente da SUBH - RT. ..... 62
Figura 15 - Relação entre a pluviometria e a cor aparente da SUBH - RT. ..... 63
Figura 16 - Monitoramento mensal da turbidez da SUBH - RT. ..... 63
Figura 17 - Relação entre a pluviometria e a cor aparente da SUBH - RT. ..... 64
Figura 18 - Relação entre a pluviometria e a turbidez da SUBH - RT. ..... 64
Figura 19 - Monitoramento mensal do pH SUBH - RT. ..... 64
Figura 20 - Médias da pluviometria e do pH da SUBH - RT. ..... 65
Figura 21 - Relação entre a pluviometria e o pH da SUBH - RT. ..... 65
Figura 22 - Coloração da água da SUBH - RT em dias de chuvas e estiagem. ..... 67
Figura 23 - Monitoramento mensal da cor da água tratada da ETA/Santa Rita - PB. ..... 70
Figura 24 - Relação entre a cor aparente da água da SUBH - RT antes e após o processo de potabilização. ..... 71
Figura 25 - Monitoramento mensal da turbidez da água tratada da ETA/Santa Rita - PB. ..... 71
Figura 26 - Relação entre a turbidez da água da SUBH - RT antes e após o processo de potabilização. ..... 72
Figura 27 - Monitoramento mensal do pH da água tratada da ETA/Santa Rita - PB. ..... 72
Figura 28 - Relação entre o pH da água da SUBH - RT antes e após o processo de

potabilização. ..... 73
Figura 29 - Cloro residual livre. ..... 73
Figura 30 - Acrilamida da água tratada. ..... 74

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análises realizadas diariamente na ETA. ..... 53
Tabela 2 - Avaliação qualitativa do grau de correlação entre duas variáveis. ..... 55
Tabela 3 - Parâmetros analisados com frequência menor que 6 meses. ..... 55
Tabela 4 - Parâmetros analisados semestralmente da SUBH - RT. ..... 56
Tabela 5 - Parâmetros analisados semestralmente da água tratada. ..... 58
Tabela 6 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a pluviometria e os parâmetros de cor, turbidez e pH da SUBH - RT. ..... 65
Tabela 7 - Monitoramento semestral da SUBH - RT. ..... 67
Tabela 8 - Estações do ano ..... 70
Tabela 9 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) os parâmetros da água da SUBH - RT antes e após o processo de potabilização. ..... 73
Tabela 10 - Resultados microbiológicos da água tratada. ..... 74
Tabela 11 - Monitoramento semestral da água tratada. ..... 75

## LISTA DE ABREVIATURAS

**AESA** – Agência Executiva de Gestão das Águas

**ANA** – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

**ANE** – Águas do Nordeste

**APP** – Área de Preservação Permanente

**BNDS** – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

**CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

**CBH** – Comitês de Bacias Hidrográficas

**CNRH** – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

**CERH** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

**CESBS** – Companhias Estaduais de Saneamento Básico

**CETESB** – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

**CDSA** – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido

**CGEE** – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

**CNRH** – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente

**ETA** – Estação de Tratamento de Água

**GM/MS** – Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IFPB** – Instituto Federal da Paraíba

**IDS** – Instituto Democracia e Sustentabilidade

**INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia

**MPPB** – Ministério Público da Paraíba

**NTU** – Unidade Nefelométrica de Turbidez

**ODS** – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

**ONU** – Organizações da Nações Unidas

**PB** – Paraíba

**PERH** – Plano Estadual de Recursos Hídricos

**PRH** – Plano de Recursos hídricos

**SAA** – Sistema de Abastecimento de Água

**SAC** – Solução Alternativa Coletiva

**SUBH** – RT – Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri

**SELAP** – Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras

**SINGREH** – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

**SNIS** – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

**SRQA** – Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental

**SUDEMA** - Superintendência de Administração do Meio ambiente

**uH** – Unidade Hazen

**VMP** – Valor Máximo Permitido

**WWF** – World Wildlife Fund

**ZCAS** – Zona de Convergência do Atlântico Sul

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO ..... 18
2. OBJETIVOS ..... 20
2.1 GERAL ..... 20
2.2 ESPECÍFICO ..... 20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ..... 21
3.1 CRISE AMBIENTAL ..... 21
3.2 CRISE AMBIENTAL NO BRASIL ..... 22
3.3 CRISE HÍDRICA ..... 22
3.3.1 CRISE HÍDRICA NO BRASIL ..... 24
3.4 LEI DAS ÁGUAS ..... 27
3.4.1 ENQUADRAMENTO ..... 28
3.5 ESTRUTURA DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL ..... 31
3.6 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL ..... 32
3.7 PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS ..... 33
3.8 PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA ..... 35
3.8.1 PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA ..... 36
3.9 ÁREAS DE NASCENTES ..... 37
3.10 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA PARAÍBA ..... 38
3.11 BACIA DO RIO PARAÍBA ..... 40
3.12 NOVO MARCO DO SANEAMENTO ..... 41
3.13 PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 ..... 43
3.14 PAPEL DOS MUNICÍPIOS NA GESTÃO HÍDRICA ..... 44
3.15 QUALIDADE DO MANANCIAL E O TRATAMENTO DE ÁGUA ..... 45
4. MATERIAL E MÉTODOS ..... 45
4.1 ÁREA DE ESTUDO ..... 45
4.2 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM ..... 50
4.3 ASPECTOS DOS PONTOS MONITORADOS E COLETA DOS DADOS ..... 51
4.4 EQUIPAMENTOS E UTENSÍLIOS UTILIZADOS ..... 52
4.4.1 MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO ..... 52
4.4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS NA ETA ..... 53
4.5 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS ..... 53
4.6 ANÁLISES REALIZADAS ..... 55

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....61
5.1 ÁGUA BRUTA.....62
5.2 ÁGUA POTÁVEL .....70
6. CONCLUSÃO .....80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....81

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, não se pode negar o fato de que vivenciamos no Brasil e no mundo alterações no meio ambiente nos aspectos relacionados à disponibilidade de recursos, tal situação ocorre há anos e estão atreladas às transformações sociais e ambientais onde a sociedade exige cada vez mais do meio ambiente, porém não retribui da forma adequada com cuidados que valorizem a sustentabilidade, resultando em distintas mudanças ecossistêmicas que influenciam negativamente na disponibilidade dos recursos naturais (CUNHA; AUGUSTIN, 2014).

A utilização em larga escala dos recursos concedidos pelo meio ambiente não sofre impactos apenas pela exploração excessiva, além disso padece de fontes poluidoras decorrentes de uma sociedade que caminha a passos lentos no comprometimento com a gestão ambiental. A água é um recurso natural vital para vida e que também sofre bruscamente com fontes poluidoras e uso sem responsabilidade, contribuindo negativamente com a disponibilidade hídrica (RODRIGUES et al., 2019).

Na busca por melhorias no setor ambiental é primordial instituir Leis que fiscalizem, auxiliem no processo de gestão, orientem e punam legalmente aqueles que não as cumprirem. A nível nacional quando o assunto é gestão hídrica a Lei nº 9.433/97, visa assegurar a disponibilidade da água com qualidade e quantidade para as gerações presentes e futuras, orientando o uso racional e integrado desse recurso (BRASIL, 1997). Apesar do aparato promovido pela Lei nº 9.433/97, o Brasil ainda sofre com problemas relacionados a distribuição igualitária da água, onde regiões a possui abundantemente e outras mitigam as causas que ocasionam sua falta.

Em diversas regiões do Brasil é constatado a ocorrências de escassez hídrica, que acontecem em alguns casos devido a condições naturais, muitas vezes atrelado ao mau uso, porém o crescimento demográfico, a poluição e a contaminação também são fortes contribuintes (MELLO; OLIVO, 2016).

A poluição hídrica reflete diretamente de forma direta negativa na água potável que consumimos, a poluição proveniente de uma má gestão ambiental onde a carência de uma fiscalização somada com a falta de consciência e de preservação resultam em consequências diretas, como a contaminação de solos, corpos d'água subterrâneos e lençóis freáticos (MORAIS, 2022).

O percurso que a água faz para chegar as cidades necessita de um

ecossistema preservado, para que assim seja possível a infiltração das chuvas no solo, recarregando os lençóis freáticos e os rios, consequentemente auxiliam no enchimento dos reservatórios. Na ausência da cobertura vegetal, a água escorre com uma dinâmica maior sobre o solo, levando toda terra que encontra para o rio provocando seu assoreamento, isso também impacta na oferta de água e sendo capaz de influenciar de forma negativa nos custos com tratamento de água (THE NATURE CONSERVANCY, 2020).

Com o propósito de contribuir no combate contra a poluição e escassez hídrica, proporcionar igualdade na disposição de água potável, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a agenda 2030 que propõe 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS e 169 metas que visam através da contribuição coletiva mundial que pudéssemos separar o crescimento econômico da pobreza, da desigualdade e das mudanças climáticas. Entre os ODS criados o de número 06 conhecido Sustainable Development Goal 6 (SDG 6), é constituído por seis metas, que objetivam garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (CADORE; TOCHETTO, 2021).

Em 2020 ocorreu a atualização do marco legal do saneamento básico através da Lei nº 14.026/2020, que tem como intuito batalhar pela melhoria do déficit no Brasil dos serviços atrelados ao saneamento básico, estabelecendo a criação de espaço para alcançar a universalização desse serviço (MARQUES; CANÇADO; SOUZA, 2021). O sucesso do novo marco é fundamental para o alcance das metas do ODS 6. A disponibilidade hídrica com qualidade e quantidade também é uma realidade imposta ao município de Santa Rita - PB, o desafio para ofertar água potável é proporcionado pelo crescimento populacional e principalmente pela falta de cuidados com sua principal fonte de abastecimento, a Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Tibiri, que há anos sofre devido à ausência de conscientização ambiental por parte da população, precariedade na fiscalização e imposição dos órgãos gestores.

Diante das dificuldades circunstanciadas pelas ações antrópicas sobre a SUBH - RT, somada com as chuvas da região, ocorre uma redução brusca na qualidade da água do rio, que adquiri características que não compactuam com seu enquadramento (classe 2).

# 2. OBJETIVOS

## 2.1 GERAL

Monitorar a qualidade da água da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri – SUBH - RT durante o ano de 2023 compreendendo os meses de janeiro até dezembro, analisando as alterações físico-químicas ocasionadas por ações antrópicas e intensificadas em períodos sazonais, avaliar essas variações no que tange o tratamento da água realizado na ETA do município de Santa Rita - PB.

## 2.2 ESPECÍFICO

- Acompanhar a qualidade da água da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri antes e depois o tratamento de potabilidade.
- Avaliar as principais ações antrópicas que impactam na qualidade da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri.
- Acompanhar a influência das chuvas sobre a Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri e através de métodos estatísticos avaliar o grau de associação.
- Analisar o quanto foi exigido da ETA para que a água atenda os padrões de qualidade para potabilidade.

# 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 3.1 CRISE AMBIENTAL

Ainda que os debates voltados às questões ambientais estejam sendo discutidos há anos, não se pode negar que continuamos em uma crise ambiental. O assunto se destaca mundialmente porque a preocupação com a qualidade do meio ambiente é uma temática que está ligada diretamente a subsistência mundial, por isso necessita de uma abordagem bem estruturada e globalizada através de discussões coerentes com a real situação do planeta (MARION, 2013).

A revolução industrial (XVIII) foi o ponto de partida para as alterações no planeta, no entanto, apenas no final da década de 1960 as discussões quanto as problemáticas voltadas ao meio ambiente tiveram início (POTT; ESTRELA, 2017).

A crise ambiental já estava clara na década de 1960, contudo, a situação tornou-se agravante nas décadas posteriores por conta de uma série de desastres e desequilíbrios ambientais, preocupando os países e a comunidade acadêmica, fazendo com que reavaliassem seus planejamentos e adotassem estratégias eficientes para um problema de impacto mundial (PASSOS, 2009). A vida em nosso planeta, estabelecendo-se assim, com uma crise ambiental, deveria impulsionar movimentos, debates por todo o mundo voltado a temática ambiental, principiando a abordagem de temas sobre o desenvolvimento sustentável (CORONA; MELLO; REK, 2021).

Dentre os notórios problemas ambientais que afligem a comunidade científica e a maior parte dos gestores, os que possuem mais ênfase estão atrelados à rápida urbanização e exclusão das modificações voltadas ao meio ambiente, desordem relacionada diretamente a performance dos ecossistemas (desmatamento e destruição da fauna) mudanças nas características de qualidade e quantidade de água, perturbações físicas e químicas aos oceanos, aquecimento global e mudanças no clima (FERREIRA; ROSA, 2021).

A humanidade continua se posicionando à parte do meio ambiente, compreendendo-o apenas como recurso, exclusivamente como um meio para alcançar seu desenvolvimento, mas para acontecer uma mudança nessa forma de percepção, deve-se minimamente concordar de que a vida na terra é insustentável se

o ambiente estiver comprometido e que todos têm a responsabilidade de mantê-lo conservado (POTT; ESTRELA, 2017).

## 3.2 CRISE AMBIENTAL NO BRASIL

No Brasil, a busca pelo desenvolvimento econômico, faz surgir a percepção de estarmos insistindo em percorrer o mesmo caminho que trouxeram consequências negativas por outros países, fazendo com que ocorram desmatamentos, concentração de pessoas em lugares que antes eram inabitados, ocasionando a formação de núcleos urbanos com uma estrutura habitacional desorganizada e sem preocupação com meio ambiente (MOREIRA; RUWER, 2021).

Atualmente, o território brasileiro é um dos maiores do mundo em extensão, possuindo diversos recursos naturais fundamentais para o planeta, fazendo com que, se torne preocupante a forma com que esses recursos vêm sendo administrados. É apreensivo conviver com a informação de que só existe uma pequena parte de pessoas que entende e valoriza o conhecimento do ambiente a que estão ligadas. Na maioria das vezes, para fazer uso de um recurso natural, perde-se outro de maior valor, como, por exemplo, a formação de pastos em certas áreas da Amazônia, a utilização de grandes áreas para cultivo e a extração de minérios em determinadas localidades (MEC, 2001).

É importante destacar que, qualquer ação que objetive a qualidade ambiental, por meio de práticas ou comportamentos lúcidos e sensatos com a atual crise ambiental, só será efetivada quando o bem-estar social se justapor aos interesses políticos, visto que essas ações são desempenhadas por esses gestores, e competem a eles conduzir métodos que proporcione um ambiente estável com o objetivo de alcançar uma ótima qualidade de vida, conforme indicado no Art. 225 da Constituição Federal do Brasil promulgada em 1988 (PEREIRA; CURI, 2012).

## 3.3 CRISE HÍDRICA

De uma forma geral, atualmente, a temática sobre recursos hídricos pode ser dominante, especialmente quanto à ocorrência de períodos e áreas com escassez quantitativa e qualitativa de água. No Fórum Econômico Mundial de 2017, categorizou

o risco denominado “Crise Hídrica” como um dos assuntos de grande impacto mundial, junto as armas de destruição em massa e mudanças de clima (FAYER et al., 2018).

As contestações relacionadas a escassez hídrica em uma escala global vêm ganhando notoriedade na agenda da política mundial. No final dos anos setenta por conta dos pronunciamentos das Organizações das Nações Unidas – ONU e do Banco Mundial a respeito de que a água deve prosseguir sendo um recurso natural com a capacidade de atender às necessidades da humanidade, precisaria passar por uma redefinição, fazendo com que passasse a ser de controle público e ter uma apreciação econômica (SILVA et al., 2010).

Os efeitos negativos voltados aos recursos hídricos são perceptíveis através da poluição e da quantidade disponível, por isso é importante trabalhar agora e proporcionar um futuro em que a água potável seja um bem disponível para todos (WOLKMER; PIMMEL, 2013). A insuficiência de água restringe o crescimento de uma nação, isso faz com que fortaleça a justificativa para possíveis enfrentamentos, conforme afirma Cirilo (2015):

> A constatação de que a escassez é um limitador ao desenvolvimento sinaliza para a hipótese de que a água pode vir a ser motivo de sérios confrontos futuros em pelo menos cinco regiões do mundo. A Organização das Nações Unidas sugere que há cerca de 300 conflitos potenciais severos associados à questão hídrica, porque mais de 2 bilhões de pessoas no mundo carecem de acesso a água potável. As tensões são mais graves nos países em desenvolvimento, onde os recursos hídricos disponíveis são mais poluídos e desperdiçados. Nas disputas por água, os mais pobres serão sempre os mais vulneráveis.

As dificuldades que anunciam a crise hídrica vivenciada no século XXI estão relacionadas a diversos fatores que contribuem de forma negativa conforme menciona Tundisi (2008):

> “- Intensa urbanização, aumentando a demanda pela água, ampliando a descarga de recursos hídricos contaminados e com grandes demandas de água para abastecimento e desenvolvimento econômico e social.
> - Estresse e escassez de água em muitas regiões do planeta em razão das alterações na disponibilidade e aumento de demanda.
> - Infraestrutura pobre e em estado crítico, perdas na rede após o tratamento das águas.
> - Problemas de estresse e escassez em razão de mudanças globais com eventos hidrológicos extremos aumentando a vulnerabilidade da população humana e comprometendo a segurança alimentar (chuvas intensas e períodos intensos de seca).

> Problemas na falta de articulação e falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental" Um ponto importante que dificulta o fornecimento de água são as perdas na distribuição, de acordo com o diagnóstico de 2021 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, aponta um índice de perda de 40,1%.

De acordo com o que foi abordado, a crise hídrica é um problema ocorrido devido à falta de água, porém conforme afirma o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE (2017), a quantidade de água tem permanecido constante no decorrer dos últimos 500 milhões de anos, mas temos o vislumbre de que a água está sumindo, no entanto, a quantidade de água na Terra não sofreu variações há centenas de milhões de anos.

Essa afirmação também é confirmada por Augusto et al. (2012), a água em nosso planeta ostenta um volume permanente, porém a água doce que é utilizada para o consumo humano apesar de ser natural e renovável sofre com as mudanças climáticas fazendo com que sua quantidade sofra variações, isso porque elas e encontra contida em depósitos superficiais e subterrâneos e nas áreas glaciais acumulada em grandes geleiras. Os impactos ambientais, como os desmatamentos que impactam a disponibilidade de água, comprometem o uso para consumo humano devido à influência negativa no ciclo hidrológico.

Outro ponto importante no fornecimento de água doce é a desigualdade na distribuição desse recurso, como, por exemplo, o continente Asiático concentra 59,8% dos habitantes da população mundial, mas só detém apenas 31,6% dos recursos hídricos superficiais do mundo (AUGUSTO et al., 2012).

Encarar a escassez e assegurar uma água com qualidade e quantidade para suprir a necessidade do consumo é um desafio, que se torna mais dificultoso com o aumento da população mundial. Dentre as maiores complicações estão em obter meios eficientes para conservar, usufruir e proteger os recursos hídricos da poluição. A produção de alimentos é um setor comprometido se esse recurso estiver em má qualidade, também pode ocorrer o aumento de doenças, tensões políticas e sociais (CASTRO, 2022).

### 3.3.1 Crise hídrica no brasil

No Brasil, a escassez de água para o consumo humano afligi a população há

muitos anos, como, por exemplo, a seca entre os anos de 1934 e 1936 que foi marcante devido a um período de estiagem que não ficou limitado a região nordeste, mas aos estados de Minas Gerais e São Paulo que também foram afetados pela falta de chuvas, após vivenciar esse problema no sertão nordestino, esse tema tomou maiores proporções e passou a ser visto como um problema nacional (STORI; MARANHÃO, 2018).

A expressão “crise hídrica’’ a cada ano que se passa ganha mais notoriedade, a nível nacional pode-se destacar uma situação ocorrida há poucos anos, que foi a crise no Sistema Cantareira que abastece a região metropolitana de São Paulo, onde a população encarou de forma dura a falta de água devido aos baixos níveis alcançados, esse foi um assunto de grande repercussão nos jornais em 2014 (GANEM, 2018).

Existem diversas especulações a respeito da crise hídrica que assolou as regiões Sudeste e Centro-Oeste nos verões de 2013-2014 e 2014-2015 como, precariedade no gerenciamento dos recursos hídricos, desmatamento da Amazônia, mudanças climáticas globais e escassez de chuva atrelada à variação natural do clima (MARENGO, et al.,2015).

> A causa principal para a grande falta de chuva foi a atuação de um intenso, persistente e anômalo sistema de alta pressão atmosférica que prejudicou o transporte de umidade da Amazônia, assim como a passagem/ desenvolvimento dos principais sistemas causadores de chuva, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS (MARENGO, et al.,2015).

A ZCAS é um dos fundamentais sistemas meteorológicos determinantes para chuvas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste entre o fim da primavera e o verão, estabelecida como um corredor de nuvens que atravessam o Brasil, a partir do sul da Região Amazônica e vai até o Oceano Atlântico, deslocando-se pela faixa central do país (INMET, 2023).

Fenômenos como o El Niño e a La Niña influenciam no desenvolvimento da Zona de Convergência do Atlântico Sul, prejudicando ou beneficiando a formação e desempenho do sistema, em tese o El Niño pode dificultar a organização da ZCAS, enquanto a La Niña pode cooperar (INMET, 2023).

> O País se acomodou à posição confortável de pensar que a falta de água era um problema localizado, restrito à região Nordeste, e que bastaria aprimorar tecnologias de armazenagem e irrigação para que as futuras gerações não

> precisassem pensar no assunto. Mas, com o passar do tempo, os problemas se agravaram. A seca intensa vivida no Nordeste, nos últimos anos, colocou grande quantidade de municípios em estado de emergência, e a perda dos rebanhos assumiu proporções catastróficas em algumas localidades. Somou-se a isso a recente crise hídrica no Sudeste, que obrigou a megalópole paulista a reduzir o uso da água e buscar compensação em outras fontes (BRASÍLIA, 2015).

De a cordo com imagens obtidas por satélite de todo território brasileiro entre os anos de 1985 e 2020 foi possível obter uma informação alarmante, constatando-se que o Brasil está com seu potencial hídrico comprometido, esse é um estudo realizado pela equipe do MapBiomas, as informações apontam uma nítida propensão de ausência da superfície da água em 8 das 12 regiões hidrográficas, em todos os biomas nacionais (WWF - Brasil, 2021).

Existem diversos fatores que somam para estarmos nessa situação, como, exemplo, o consumo doméstico de maneira descompromissada e a alteração no ciclo hidrológico ocasionado pela destruição da natureza (SOUZA; MOURA, 2017). O Brasil possui uma quantidade significativa de água doce sob seu domínio territorial, porém sua disponibilidade não é igualitária para todas as suas regiões, de acordo com o que Augusto et al. (2012) afirmam:

> O Brasil, que tem 2,8% da população mundial e 12% da água doce do planeta. No entanto, 70% dessa água estão na Bacia Amazônica onde a densidade populacional é a menor do país. Por outro lado, a região mais árida e pobre do Brasil, o Nordeste, onde vive cerca de 30% da população, possui somente 5% da água doce. Nas regiões Sul e Sudeste do país, onde vive cerca de 60% da população dispõe de 12,5% de água doce.

Na realidade o nosso país é agraciado por possuir ricas fontes de recursos hídricos para fins potáveis, isso fez com que fosse criado um certo conformo em relação a manutenção dessa nossa riqueza, porém hoje a conta chegou e temos que lidar com essa situação, conforme afirma Souza e Moura (2017):

> A falta de água própria para consumo era vista como um problema futuro, em virtude dos grandes recursos hidrográficos do Brasil. Contudo, devido aos períodos sem chuvas, à poluição dos rios e, principalmente, à omissão do Estado, que não realizou as políticas públicas necessárias para evitar tal problema, a crise hídrica chegou e tem causado danos à natureza e à população. A escassez de água prejudica, além da sobrevivência dos seres vivos, a produção industrial, o que resulta em desemprego e recessão econômica.

Um dos problemas causados pela crise hídrica está atrelado a economia, ocasionando o aumento da inflação, tendo como uma das causas o acréscimo nas contas de energia elétrica, isso porque uma das soluções adotadas para diminuir a utilização de água é compensar com o uso das usinas térmicas movidas a gás, fonte mais cara na geração de energia (FARIA, 2021).

Diniz et al. (2021) confirmam que, hoje Brasil atravessa um forte conflito hídrico, com vazões verificadas em determinadas bacias hidrográficas das regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste demonstrando números inferiores quando comparados com as médias históricas. Deste modo, essa atual situação alcança contornos dramáticos, isso porque está sujeito a passar por um racionamento no abastecimento de energia elétrica e nos confrontar com a redução no fornecimento de água, contribuindo também com aumento no custo nacional do consumo de eletricidade.

## 3.4 LEI DAS ÁGUAS

A Lei das águas nº 9.433 criada em 8 janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, proporcionando maior alcance ao código das águas criado em 1934, além de caracterizar como um início de uma virada nos conceitos relacionados às propriedades da água (BRAISL, 1997; ANA, 2022)

Considerando todo o contexto histórico das águas brasileiras, considera-se que o código das águas foi elaborado com o propósito de organizar o regime jurídico dos recursos hídricos nacionais, contemplando a classificação, utilização, aproveitamento do potencial hidráulico, consolidando pertinentes controles administrativos de interesse público. O código ainda definia que as águas do Brasil eram definidas como públicas, que podem ser de uso comum ou dominicais (CETESB, 2023).

A Lei 9.433/97 proporcionou uma maior amplitude por definir como fundamento o respeito aos usos múltiplos dos recursos hídricos e favorecer de forma prioritária o abastecimento humano e a dessedentação animal em casos de escassez, ofertando outro passo de grande notabilidade, fazendo com que a gestão das águas atue de forma democrática (ANA, 2022).

Apresenta-se como objetivos assegurar para a atual e para as próximas gerações a disponibilidade essencial de água, obedecendo aos requisitos de qualidade

de acordo com os respectivos usos, utilizar os recursos hídricos de maneira inteligente e integrada, incluindo o transporte aquaviário, com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, preservar e defender contra acontecimentos hidrológicos graves de origem natural ou por consequência da utilização imprópria dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

Partindo-se do princípio democrático, a nova Lei estabeleceu as bacias hidrográficas como unidades de planejamento para a gestão das águas, determinando que os seus respectivos comitês contem com a participação dos usuários, do poder público e da sociedade civil organizada (WWF - Brasil, 2006).

Depois de discernir os fundamentos, objetivos e diretrizes a Lei nº 9.433/1997 se dedica em atingir a gestão dos recursos hídricos através dos instrumentos descritos em sua composição, são eles: planos de recursos hídricos; enquadramento dos corpos de águas em classes, conforme os usos preponderantes da água; outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos; cobrança por esse uso; e o sistema de informações sobre recursos hídricos (BRASÍLIA, 2015).

Para delimitação de uma área de atividades com enfoque na determinação de medidas para o monitoramento da poluição, destaca-se o enquadramento dos corpos d´água como o principal instrumento de planejamento (ESPÍRITO SANTO, 2019).

### 3.4.1 Enquadramento

O enquadramento dos corpos hídricos busca enquadrar os corpos d'água em classes, respeitando a utilização com maior predominância, visto que cada classe possui uma sequência de parâmetros de qualidade da água que devem ser obedecidos, conforme constituído pela Resolução CONAMA nº 357/05. A classificação é concretizada em cinco grupos: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, o primeiro Classe Especial concebe os usos de maior exigência, em outros termos, são aqueles que demandam de uma água de melhor qualidade, possuem proteção e preservação da vida aquática, em relação ao outro extremo, a Classe 4, representa os usos de menor exigência, como a navegação e a harmonia paisagística (MACHADO; KNAPIK; BITENCOURT, 2019).

De acordo com a ANA (2023), o enquadramento é mais do que simplesmente classificar, ele deve ser observado como uma ferramenta de planejamento, devendo

adotar como alicerce os níveis de qualidade que deveriam ter ou ser conservados para atender às necessidades postas pela sociedade e não somente a condição que o corpo d'água em questão se encontra atualmente. O enquadramento procura assegurar a qualidade das águas ajustada com os usos mais exigentes a que forem propostas e diminuir os custos de combate à poluição dos recursos hídricos, por meio de atuações preventivas permanentes, como descrito no Art. 9º, Lei nº 9.433, de 1997. Conforme a ANA (2020), como instrumento de planejamento, o enquadramento deve ser orientado por três olhares:

> i) A constatação da realidade atual dos corpos hídricos - o rio que temos;
> ii) O conhecimento da visão da sociedade sobre o futuro que deseja para esses corpos hídricos - o rio que queremos; e
> iii) A pactuação da situação possível de ser mantida ou alcançada, levando em conta os limites técnicos, sociais e econômicos para o alcance de metas de qualidade para determinado corpo hídrico, em um horizonte de tempo estabelecido - o rio que podemos ter.

Embora o assunto enquadramento tenha ganho visibilidade após a promulgação da Lei nº 9.433/97, sua figura já estava presente nas regulamentações brasileiras desde 1960, apenas após cerca de uma década da criação da Lei das águas é que surgem os primeiros estudos relacionados ao tema no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica (MACHADO; KNAPIK; BITENCOURT, 2019).

O enquadramento é referência para os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos (outorga e cobrança) e instrumentos de gestão ambiental (licenciamento e monitoramento), sendo assim uma conexão relevante entre o SINGREH e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (ANA, 2023).

> De acordo com o Governo de Espírito Santo (2019), as principais regulamentações para o Enquadramento são resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), sendo elas:
> - Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu Enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;
> - Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, alterando e complementando a Resolução CONAMA nº 357 de 2005;

> Resolução CNRH Nº 91, de 05 de novembro de 2008, que estabelece os procedimentos gerais para o Enquadramento dos corpos d'água superficiais e subterrâneos;
> - Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de abril de 2008, que estabelece classificação e diretrizes ambientais para o Enquadramento das águas subterrâneas.

A Resolução nº 91/2008, em seu Art. 14 ressalta que os corpos de água já enquadrados que tomaram como referência a legislação anterior à publicação desta resolução necessitarão ser adequados aos atuais processos, em especial no que se relata à validação do respectivo comitê de bacia hidrográfica, à determinação do Conselho de Recursos Hídricos competente e ao programa de efetivação.

Determinados estados da região Nordeste já vivenciaram o procedimento de enquadramento dos corpos d'água, desses que conheceram algum aspecto fizeram e ainda fazem uso de documentos que atualmente já foram alterados ou revogados, como, por exemplo, o Estado do Rio Grande do Norte, enquadrando apenas rios, riachos e lagoas com a portaria 013 do Ministério do Interior de 1976, e o Estado da Paraíba que no ano de 1988 enquadrou somente rios e riachos tomando como referência a resolução CONAMA nº 20 de 1986. Logo, é perceptível que a aplicação do enquadramento necessita ser executada de forma fundamentada com a resolução vigente (LIMA, 2016).

Na Paraíba, ainda que exista a Lei estadual de recursos hídricos nº 6.308 de 1996, o Estado não aborda o enquadramento dos corpos d'água como instrumento de gestão, todavia em 1988 o Estado tomou como referência, possivelmente, para delimitação de uma área de atividades e a determinação de medidas para o monitoramento da poluição, a resolução CONAMA nº 20/1986 e enquadrou seus rios riachos e determinadas lagoas, como a lagoa do Frazão no município de Pitimbu, por meio do documento do SELAP - Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras no DZS 201 (AESA, 2022; LIMA, 2016).

De acordo com Silva (2018), toda essa legislação do SELAP que foi criada pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA estruturada pela Resolução do CONAMA n° 20 de 18 de junho de 1986, voltada para o enquadramento dos corpos hídricos do Estado da Paraíba deve ser atualizada, conforme a classificação da nova resolução (CONAMA n° 357/05), para que assim seja possível alcançar uma utilização relevante, com definições de metas que gradativamente possibilite a recuperação dos ambientes degradados. As normas do SELAP para o enquadramento dos corpos d´água na Paraíba são (AESA, 2022; SILVA, 2018):

- DZS 201 – Classificação das Águas Interiores do Estado.
- DZS 204 – Enquadramento dos Corpos D´Água da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas.
- DZS 205 – Enquadramento dos Corpos D´Água da Bacia Hidrográfica do

Rio Paraíba.
- DZS 206 – Enquadramento dos Corpos D´Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape.
- DZS 207 – Enquadramento dos Corpos D´Água da Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú.
- DZS 208 – Enquadramento dos Corpos D´Água da Bacia Hidrográfica do
- Litoral e Zona da Mata.
- DZS 209 – Enquadramento dos Corpos D´Água da Bacia Hidrográfica do Rio Jacú.
- DZS 210 – Enquadramento dos Corpos D´Água da Bacia Hidrográfica do Rio Trairi.

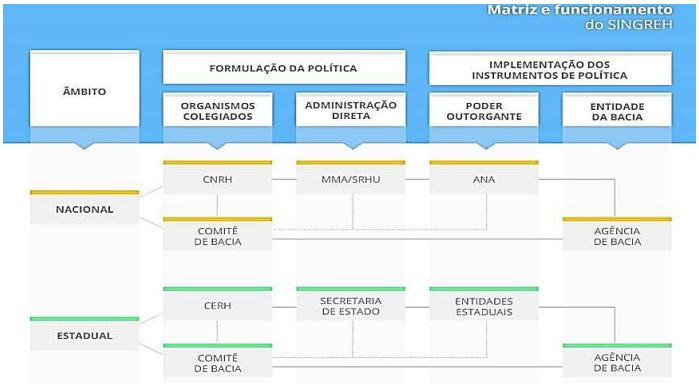
## 3.5 ESTRUTURA DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) é a soma de órgãos e colegiados que planeja e executa a Política Nacional das Águas. Concebido pela Lei das Águas (nº 9.433/97), a função essencial do SINGREH é exercer a gestão dos usos da água de maneira democrática e participativa, o sistema ainda tem como principais objetivos (ANA, 2023):

- Coordenar a gestão integrada das águas;
- Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- Planejar, regular e controlar o uso, bem como a recuperação dos corpos d'água;
- Promover a cobrança pelo uso da água (ANA, 2023).

O SINGREH possui em sua composição o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, a Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental - SRQA, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos - CERH, os Órgãos gestores de recursos hídricos estaduais, os Comitês de Bacia Hidrográfica e as Agências de Água (ANA, 2023).

Figura 1 - Matriz de funcionamento do SINGREH.




**Fonte:** ANA (2023).

## 3.6 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

No decorrer do século passado a gestão de recursos hídricos no Brasil progrediu, passando de um comportamento centralizado disciplinador para um caráter abrangente, tornando perceptível de que o modelo disciplinar não respondia as dificuldades ressaltadas, fazendo com que a temática interdisciplinar se torne uma plausível escolha a ser considerada, proporcionando assim uma reposta a situação complicada observada na gestão de recursos hídricos (SILVA et al., 2017).

As regras para gestão de recursos hídricos nacional ganham força a cada dia, isso quando comparado com as situações deparadas até a metade da década de 80, as atuações eram voltadas mais para ações corretivas, partindo de uma visão que não dava tanta importância para os impactos e conflitos ocasionados pelo uso da água. A Constituição Federal de 1988 e outras normas infraconstitucionais, principalmente aquelas que abordam a gestão das águas, fornecem grandes conquistas na legislação e na visão estratégica de utilização dos recursos hídricos. Essa nova forma de gestão almeja integrar os diversos usos desse recurso, posicionando as bacias hidrográficas como parâmetro, com o propósito de reduzir os impactos, as crises e os conflitos (FARIA, 2013).

O desenvolvimento sustentável surge como uma esperança crescente para ponderar os problemas pertinentes aos recursos hídricos, implicando em modificações nos planos político, administrativo, econômico, social e cultural dos recursos hídricos, isso porque avança com o propósito de administrar aprendizados sociais a uma cultura de compartilhamento, onde existem distintos atores que se sentem responsáveis pela gestão das águas (MENDONÇA; SANTOS, 2006).

As Leis federais nacionais destinadas aos recursos hídricos determinam de forma nítida uma ampla série de políticas e estratégias de ações, desenvolvendo uma organização institucional com a capacidade de encarregar das dificuldades atuais, isso quando somado com as orientações normativas internacionais, proporciona uma estrutura com potencial para resolver os assuntos voltados à quantidade e qualidade da água destinados ao consumo humano nas distintas regiões do Brasil, mas para que isso ocorra é imprescindível que haja uma participação das instâncias políticas, científicas e sociais. Um ponto importante e que cabe ser ressaltado é que os elevados índices de degradação ao meio ambiente e das águas na maioria das vezes

associasse a uma má gestão territorial (NETTO, 2022).

Conforme Mendonça e Santos (2006), as perspectivas contemporâneas dispostas tratadas no Brasil, tem como essência a gestão das águas desenvolvida na França, que depois de calorosas e acirradas contestações promulgaram a Lei das Águas (Lei Federal 9.433 de 08/01/1997), que é responsável pela organização do setor de planejamento e gestão dos recursos hídricos e elabora o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - SINGREH. Essa Lei tem como apoio seis princípios que são:

- A água é um bem de domínio público;
- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- Em situações de escassez as prioridades são para o abastecimento humano e a dessedentação de animais;
- A gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas;
- Adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos;
- Gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos;

## 3.7 PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Os Planos de Recursos Hídricos - PRH são estratégias de desenvolvimento urbano de longo prazo que tem como objetivo de encaminhar a efetivação da política e do gerenciamento dos recursos hídricos, que é possível ser realizado através das bacias hidrográficas, pelos estados para todo o país (BRASIL, 2021). De acordo com a Lei nº9.433/1997, para implantação dos planos deverão ser abordados minimamente os seguintes conteúdos:

i. diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
ii. análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
iii. balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
iv. metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
v. medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
vi. prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
vii. diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
viii. propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

O PRH faz parte dos cinco instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, junto com a outorga, enquadramento, cobrança e o sistema de informações. O PRH também estabelece critérios e métodos para o emprego dos demais instrumentos da política, como tal, para a concessão de outorga de utilização dos recursos hídricos em um lugar definido de um espaço de curso d'água, é indispensável verificar a classe de uso em que este curso se estiver enquadrado, estabelecido de preferência pelo plano de recursos hídricos. Um ponto importante é que a base de informações arranjada no período da elaboração de um plano impulsiona e aperfeiçoa a base de dados dos Sistemas Estaduais e Nacional sobre Recursos Hídricos (ANA, 2022). De acordo com a ANA (2012), entre os objetivos dos Planos de Recursos Hídricos, podem ser destacados os seguintes:

- definição de uma agenda de recursos hídricos, identificando ações de gestão, programas, projetos, obras e investimentos prioritários, dentro de um contexto que inclua os órgãos governamentais, a sociedade civil, os usuários e as diferentes instituições que participam do gerenciamento dos recursos hídricos;
- compatibilização do uso, controle e proteção dos recursos hídricos às aspirações sociais; atendimento das demandas de água com foco no desenvolvimento sustentável (econômico, social e ambiental);
- Plano de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água cadernos de capacitação em recursos hídricos equilíbrio entre oferta e demanda de água, de modo a assegurar as disponibilidades hídricas em quantidade, qualidade e confiabilidade adequada aos diferentes usuários;
- orientação do uso dos recursos hídricos por meio de processo interativo, considerando variações do ciclo hidrológico e dos cenários de desenvolvimento.

É conveniente ponderar as intervenções entre diversas escalas de gestão, apesar de que cada competência tenha uma função exclusiva na gestão de recursos hídricos, existe uma inter-relação entre os planos nacional, estadual e de bacias, essa conexão articulada e a inserção entre os planos e as diferentes escalas devem ser realizadas através da comunicação entre os conselhos, comitês de bacia, órgãos gestores e agências. A maneira para criação dos PRHs tem evoluído com o passar dos anos, a princípio o planejamento era feito pelas esferas dos usuários ou pelo poder público, atualmente o modelo é mais participativo e estruturado, transparente nos fundamentos, objetivos e com diretrizes presentes na atual legislação (GUEDES, 2019).

De acordo com a ANA (2012), os Planos de Recursos Hídricos deverão ser elaborados em três níveis:

> I. Plano Nacional de Recursos Hídricos Abrange todo o território nacional e deve ter cunho eminentemente estratégico. Deve conter metas, diretrizes e programas gerais.
> II. Plano Estadual (Distrital) de Recursos Hídricos Plano estratégico de abrangência estadual, ou do Distrito Federal, com ênfase nos sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos.
> III. Plano de Bacia Hidrográfica Também denominado de plano diretor de recursos hídricos, é o documento programático para a bacia, contendo as diretrizes de usos dos recursos hídricos e as medidas correlatas. Em outras palavras é a agenda de recursos hídricos da bacia.

A Lei das águas estabeleceu que no Brasil os PRHs precisam ser desenvolvidos por bacia hidrográfica, por Unidade da Federação - UF e para o País. A disposição esperada para o desenvolvimento e a validação dos planos de bacias tem início nos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs, onde eles são encarregados de deliberar pela elaboração dos planos, acompanhar sua concepção, confirmar as últimas documentações e fiscalizar quando estiver posto em prática. A aceitação do PRH é de incumbência dos CBHs (estaduais ou federais), dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs) e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e dependendo da extensão territorial, dos planos de bacias, estadual ou nacional respectivamente (ANA, 2022).

## 3.8 PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA

Para poder compreender melhor a importância de um Plano de Bacia Hidrográfica é interessante compreender o que é um Comitê de Bacias Hidrográfica - CBH, considerando a resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 145, de 12 de dezembro de 2012, Art. 3º cabe ao CBH decidir pela elaboração dos respectivos Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica.

> Resolução CNRH nº145/2012, que estabelece as diretrizes para a elaboração de PRHs de bacias hidrográficas, bem como o seu conteúdo mínimo de acordo com as três principais etapas de elaboração: diagnóstico, prognóstico e plano de ações (ANA, 2022).

O comitê é um vocábulo que assinala uma comissão, junta, delegação ou reunião entre pessoas, para discutir e desempenhar ações que sejam convenientes para todos. Bacia hidrográfica é uma área territorial demarcada por divisores de água, onde seus cursos em geral afluem para uma única foz situada em um local mais baixo

da região. Somando essas duas definições: Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) constitui um encontro em que um grupo de pessoas, com distintas visões e desempenhos, se reúne para tratar de assuntos de interesse comum voltados ao uso de água da bacia (ANA, 2024).

Os Planos de Bacia assistem de elementos impulsionadores que induzem a gestão descentralizada e participativa, no momento em que são confirmados pelo comitê de bacia, estabelecendo metas e alternativas de curto, médio e longo prazos para os problemas da bacia voltados para água (GUEDES, 2019).

No capítulo III da Resolução CNRH nº145/2012 referente a articulação para harmonização do plano de recursos hídricos da bacia com outros planos e estudos, traz consigo pontos importantes envolvendo situações quando a bacia não possuir um plano ou um comitê responsável, conforme demonstrado no artigo 9º:

> Art. 9º As condições de exutório definidas no Plano de Recursos Hídricos de uma Sub-Bacia Hidrográfica deverão estar compatibilizadas com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Principal.
> § 1º Na inexistência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Principal, as condições de exutório serão definidas por seu Comitê de Bacia Hidrográfica em articulação com o Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica.
> § 2º Caso não existam o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Principal e o seu respectivo Plano de Recursos Hídricos, a proposta de compatibilização das condições do exutório da Sub-Bacia Hidrográfica deverá ser definida em articulação com as entidades gestoras envolvidas.

### 3.8.1 Plano de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba

Através da Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, fica instituída a política de recursos hídricos do Estado da Paraíba, que comtempla o Plano de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba - PRHPB.

Pode-se observar na seção IV da referida Lei no tópico referente à execução da política de recursos hídricos Art. 4º, que os instrumentos para execução da política de recursos hídricos são: o sistema integrado de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, o plano estadual de recursos hídricos e os planos e programas intergovernamentais (PARAÍBA, 1996).

O plano estadual de recursos hídricos será estabelecido por Lei, respeitando as instruções fornecidas pela política estadual de recursos hídricos e terá como suporte os planos das bacias hidrográficas, seguindo as seguintes premissas (PARAÍBA, 1996):

> § 1º O Plano Estadual de Recursos Hídricos será avaliado anualmente pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos.
> § 2º A avaliação do Plano será feita a partir da elaboração de um Relatório Anual sobre a situação dos Recursos Hídricos no Estado da Paraíba,tomando-se por base a situação das Bacias Hidrográficas, objetivando propor a atualização do orçamento plurianual de investimentos.
> § 3º O Relatório de que trata o parágrafo anterior deverá conter, no mínimo:
> I.- A avaliação da qualidade das águas;
> II. - Balanço entre a disponibilidade e a demanda;
> III. - Uma avaliação do cumprimento dos programas previstos nos vários Planos das Bacias Hidrográficas. (Artigo com redação determinada pelo Art. 9° da Lei n° 6.544/1997).

A Lei 6.308/96 faz-se presente no marco regulatório na gestão dos recursos hídricos paraibano, com o propósito de modificar a convencional gestão monopolizada estatal, inteiramente direcionada a contrapor os efeitos das frequentes secas. De maneira sucinta a regulamentação paraibana foi alterada respeitando os princípios que sucederiam a basear a Política Nacional de Recursos Hídricos de acordo com a Lei 9.433/97 (VIEIRA; RIBEIRO, 2007).

## 3.9 ÁREAS DE NASCENTES

O compreendimento de nascente está relacionado ao afloramento do lençol freático que origina uma fonte de recurso hídrico que ficará acumulada (represada), ou cursos d’água (regatos, ribeirões e rios), devido a essa peculiaridade o seu valor é imensurável dentro de propriedade rural, devendo ser preservada e tratada com muita atenção (SÃO PAULO, 2009)

As nascentes intermedeiam uma difícil interação entre as águas superficiais e subterrâneas, cumprindo assim função ecossistêmica. Elas também são responsáveis por toda a malha hídrica do planeta, ou seja, administrar esses ecossistemas é colaborar para a conservação e disponibilidade de água através dos rios, lagos e lagoas. (HOLANDA, 2022).

Avaliando os ecossistemas fundamentais para a conservação sustentável do ciclo hidrológico, estão as áreas de nascentes, olhos d’água, veredas e mananciais, na medida em que esses ecossistemas são invadidos, consequentemente a disponibilidade de água doce de boa qualidade diminui para a população humana (WWF - BRASIL, 2007).

A preservação da vegetação nas áreas de nascentes garante a estabilidade de

sua longevidade e a qualidade de suas águas por possibilitar uma maior infiltração das águas pluviais no solo, fazendo com que o lençol freático seja recarregado e as nascentes alimentadas, contribuindo com a estabilidade dos recursos hídricos (MAGALHÃES et al., 2012).

O Código Florestal (Lei 12.651/2012) e a Resolução 303/02 do CONAMA, determinam as nascentes como Área de Preservação Permanente - APP. Em virtude da importância e por se tratar de uma APP o Código Florestal em seu Art. 4, determina que as áreas ao redor das nascentes e dos olhos d'água perenes, independentemente da sua condição topográfica seja protegida no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros, seguindo o mesmo discernimento a Resolução 303/02 em seu Art.3, determina que ao redor das nascentes ou olho d'água, mesmo com frequência inconstante, seja protegida com raio 50 metros, de maneira que proteja em cada caso a bacia hidrográfica colaboradora.

## 3.10 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA PARAÍBA

Conforme a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA (2023), a gestão dos recursos hídricos está de acordo com a Lei nº 6.308, 02 de julho de 1996, que é responsável pela criação da Política Estadual de Recursos Hídricos - PERH. De acordo com Santos et al. (2017), o que levou a instituir a PERH foram as dificuldades relacionados a escassez hídrica, tormentas climáticas e problemas de gerenciamento.

De acordo com o Art. 2º da Lei nº 6.308/96, a PERH objetiva garantir a utilização integrada e coerente dos recursos hídricos, para promover o progresso do bem-estar da população paraibana, tomando como base os seguintes princípios:

> I - O acesso aos Recursos Hídricos é direito de todos e objetiva atender às necessidades essenciais da sobrevivência humana.
> II - Os recursos hídricos são um bem público, de valor econômico, cuja utilização deve ser tarifada.
> III - A bacia hidrográfica é uma unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos Recursos Hídricos.
> IV - O gerenciamento dos Recursos Hídricos far-se-á de forma participativa e integrada, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos desses Recursos e as diferentes fases do ciclo hidrológico.
> V - O aproveitamento dos Recursos Hídricos deverá ser feito racionalmente de forma a garantir o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente.
> VI - O aproveitamento e o gerenciamento dos Recursos Hídricos serão

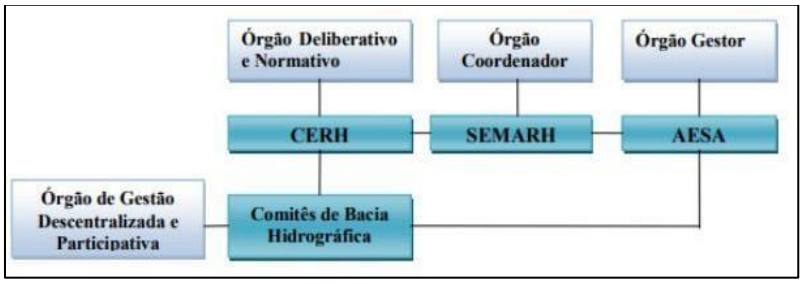
> utilizados como instrumento de combate aos efeitos adversos da poluição, da seca, de inundações, do desmatamento indiscriminado, de queimadas, da erosão e do assoreamento.

No que se refere à estrutura institucional da PERH, foi elaborado pela Lei n° 6.308/1996 o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGERH, que possui como objetivo executar a aplicação da PERH, a caracterização, atualização e aplicação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, em concordância com os órgãos e entidades federais, estaduais e municipais, com a colaboração da sociedade civil (AESA, 2023).

O SIGERH tem a seguinte composição (AESA - PB, 2023):

> I - Órgão de Deliberação: Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH;
> II - Órgão de Coordenação: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia - SERHMACT;
> III - Órgão de Gestão: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA;
> IV - Órgãos de Gestão Participativa e Descentralizada: Comitês de Bacias Hidrográfica.

Figura 2 - Composição do SIGERH.




**Fonte:** Santos et al. (2017).

A ferramenta legítima hídrica do estado paraibano é antecedente a disposição da Lei das águas, já que foi criada em 02 de julho de 1996. Analisando seus princípios, é possível observar que ela não alcança os fundamentos inclusos na Lei nº 9.433/97, quando comparadas ambas as Leis mostram que a Lei nº 6.308/1996 não abrange a essência fundamental relacionada a participação descentralizada da norma Lei das águas. Salienta-se, pois, que a Lei Federal no processo deliberativo determina a presença tripartite das partes interessadas (Poder Público, usuários e comunidade, quer dizer que os grupos que são detentores legítimos dos direitos sobre o processo decisório hídrico), pressionando para que ocorram mudanças na composição institucional paraibana (BARBOSA et al., 2013).

Um ponto importante evidenciado em relação à gestão voltada a AESA é que por mais que seja rápida em determinadas atuações, ela acarretou modificações bruscas no domínio administrativo, ocasionando a desconcentração mais que descentralização das atribuições administrativas, ou seja, ela não adota os princípios protocolares de descentralização das decisões hídricas determinados na Lei hídrica, dessa forma é comprovado que existe uma subordinação hierárquica e uma maior quantidade de funções de domínio do poder executivo (BARBOSA et al., 2013).

## 3.11 BACIA DO RIO PARAÍBA

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba possui uma área de 20.071,83 km2, sendo a segunda maior do Estado paraibano, devido a compreender 38% do seu território, representando 1.828.178 pessoas, que representa 52% da sua população total. Respeitada por ser uma das mais consideráveis do semiárido nordestino, ela é constituída pela sub-bacia do Rio Taperoá e regiões do Alto Curso do Rio Paraíba, Médio Curso do Rio Paraíba e baixo curso do Rio Paraíba (AESA, 2023).

O Alto Curso do Rio Paraíba está localizado na região onde a escassez de chuvas é uma das mais comuns do país, outra uma situação que chama atenção é o desmatamento ocorrido em suas margens por conta das atividades voltadas a agricultura. Os municípios que compõem o alto curso são: Monteiro, Camalaú, Congo, São João do Cariri, Cabaceiras e Boqueirão sendo Monteiro a principal cidade da região dos Cariris Velhos (SILVA, 2003).

No médio curso, sua direção segue pelos municípios de Barra de Santana, Gado Bravo, Umbuzeiro, Aroeiras, Natuba, Salgado de São Félix, Mogeiro e Itabaiana (SILVA, 2003). No baixo curso, o rio Paraíba tem início na cidade de Pilar e segue seu curso passando pelos municípios de São Miguel de Taipu, Cruz do Espírito Santo, Santa Rita, Bayeux, João Pessoa e posteriormente até a sua foz localizada na cidade de Cabedelo, uma distância equivalente a 80 quilômetros (SILVA, 2014).

Mediante as ações do Governo Federal e Estadual, foram construídos na região da bacia diversos açudes públicos, que possuem a finalidade de abastecer os cidadãos e os rebanhos, contribuir com a irrigação, a pesca e determinadas disposições voltadas ao lazer e ao turismo regional. Esses reservatórios possuem uma grande importância, pois são os principais meios de obtenção de água da região

(AESA, 2023).

Apesar das ações governamentais na bacia, ainda é possível identificar conflitos entre os usuários, possibilidades de racionamento dos recursos hídricos, poluição e degradação ambiental decorrente do mau uso desses recursos, devido a esses levantamentos é perceptível a necessidade de inserir um Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, que já foi aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, como um órgão onde os membros possuam poderes igualitários de disposição consultiva e deliberativa que irá abarcar o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado (AESA, 2023).

Conforme o decreto nº 27.560, de 04 de setembro de 2006, cria-se o comitê do Rio Paraíba, instituído como Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba - CBH-PB. O Art. 2º do decreto do CBH - PB ressalta a composição dos representantes, onde devem conter representantes do poder público, envolvendo o âmbito federal, estadual e municipal, os usuários de águas e as entidades civis com atuação comprovada na bacia. De acordo com a AESA (2023), o CBH-PB é organizado por sessenta membros titulares e respectivos suplentes, respeitando os seguintes percentuais por seção:

- 40% (quarenta por cento) de representantes de usuários de água com atuação na bacia hidrográfica, correspondendo a 24 (vinte e quatro) membros titulares e respectivos suplentes;
- 30% (trinta por cento) de representantes de organizações da sociedade civil com atuação na bacia hidrográfica, correspondendo a 18 (dezoito) membros titulares e respectivos suplentes;
- 30% (trinta por cento) de representantes do Poder Público, assim distribuídos:
- 7% (sete por cento) de representantes de órgãos do Poder Público estadual com investimentos ou competência na área da bacia, correspondendo a 4 (quatro) membros titulares e respectivos suplentes;
- 3% (três por cento) de representantes de órgãos do Poder Público federal com investimentos ou competência na área da bacia, correspondendo a 2 (dois) membros titulares e respectivos suplentes;
- 20% (vinte por cento) de representantes dos poderes públicos municipais sediados na bacia, correspondendo a 12 (doze) membros titulares e respectivos suplentes.

## 3.12 NOVO MARCO DO SANEAMENTO

Em 15 de julho de 2020, foi decretada a Lei nº 14.026, que proporcionou a reforma do marco legal do saneamento no Brasil, estabelecendo que até 2033, 99% da população brasileira possuirá acesso à água tratada e 90% à coleta e tratamento de esgoto, e outras deliberações. Outro ponto estabelecido foi a redução do índice de

perda de água, de 40% para 25%. As metas necessitarão ser atendidas pelos prestadores de serviço, públicos e privados (ERMAKOFF, 2022). O Novo Marco em tese busca consolidar as informações do art. 175 da Constituição Federal de 1988, onde diz que:

> Incumbe ao Poder Público, na forma da Lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos (BRASIL, 1988).

Com o novo marco a Agência Nacional de Água (ANA) passou a ser uma instituição de gestão que engloba o saneamento básico (água e esgotamento sanitário), passando a ser chamada de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, outra alteração importante foi o fim da delegação direta para as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBS), sendo obrigatório ser realizado o processo licitatório para que esse serviço seja estabelecido por um município (LEMOS NETO, 2021).

Saneamento básico é um conjunto de serviços públicos fundamentais que contribui diretamente para o desenvolvimento e bem-estar de uma região, por meio de infraestruturas e instalações operacionais que abrangem o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas (BRASIL, 2020). A Lei nº 14.026/2020 define que abastecimento de água potável é:

> Constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;

O direito a condições básicas de saneamento é fundamental para a vida, pois, quando prestado de forma inadequada, a probabilidade de não haver riscos à saúde e logo a sobrevivência humana são impossíveis, considerando essa premissa, a melhor prestação desse serviço é crucial para uma melhor qualidade de vida (GADELHA et al., 2021).

As novas determinações trazidas pela Lei nº 14.026/2020 possuem o propósito melhorar a atual situação do saneamento, analisando os dados dispostos pela ANA, (2023) apenas 50,8% do esgoto gerado no país é tratado e 84,1% é a média de abastecimento de água da população, considerando que a população brasileira é de

213,3 milhões de habitantes (IBGE, 2021), cerca de 105 milhões de brasileiros não possuem tratamento de esgoto e 34 milhões sem abastecimento de água potável.

## 3.13 PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021

O fornecimento de água potável é um assunto que traz preocupações qualitativas e quantitativas, muitas vezes por questões relacionadas a deterioração da qualidade dos mananciais, tal realidade é fortalecida através das atividades humanas irresponsáveis que alteram expressivamente o meio ambiente, reduzindo a disponibilidade de recursos. A água, em algumas regiões, tem-se tornada escassa e com sua qualidade afetada negativamente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Os desmatamentos, processos de erosão/assoreamento dos mananciais superficiais, lançamentos de efluentes, resíduos industriais e domésticos são lançados nos copos hídricos e colaboram com essa situação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Com a qualidade da água dos mananciais comprometida é inevitável que seja exigido investimentos nas Estações de Tratamento Água - ETA, alterações na dosagem de reagentes químicos para assegurar a qualidade da água na saída das estações e garantir a potabilidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Para fortalecer a segurança da água tratada para o consumo humano as normas se apresentam como um instrumento crucial, por serem um material técnico-jurídico organizado pelas autoridades sanitárias, elas devem ser cumpridas pelos órgãos de fiscalização e vigilância da esfera da saúde e pelas empresas responsáveis pelo abastecimento de água (FREITAS; FREITAS, 2005).

A rotina em uma ETA é um processo dinâmico que exige atenção e preparo para avaliar determinadas situações visando garantir a eficiência do processo de tratamento de água, por conta disso a Portaria GM/MS nº 888/ 2021 determina uma frequência de controle de qualidade para o monitoramento de parâmetros que são cruciais para certificar de que a qualidade está sendo mantida na saída do tratamento, de acordo com Portaria GM/MS nº 888 (2021), toda água proveniente de mananciais superficiais que passam por um tratamento para potabilidade deve ser submetida na saída do tratamento á análises físico-químicas a cada duas horas e os parâmetros avaliados são: turbidez (VMP de 5 uT), residual de cloro (entre 0,2 e 5 mg/L), cor aparente (VMP de 15 uH) e pH, semanalmente os mesmos parâmetros são

analisados, porém com a inclusão das análises microbiológicas de coliformes totais (VMP de ausência em 100 ml) e *E. coli* (VMP de ausência em 100 mL).

## 3.14 PAPEL DOS MUNICÍPIOS NA GESTÃO HÍDRICA

De acordo com o artigo 23 da Constituição Federal (1988), é jurisdição da União, do Distrito Federal, dos Estados e dos Municípios defender o meio ambiente e lutar contra a poluição, sendo os entes federados responsáveis por gerir a qualidade hídrica nacional. A atividade da gestão de recursos hídricos é apoiada por uma base legal e institucional, instrumentos que são pertinentes ao planejamento, fiscalização, monitoramento, que inclui a participação da sociedade civil nas medidas adotadas para recuperação, defesa e manutenção (MIRANDA, 2015).

> Os municípios brasileiros possuem um papel importante na gestão do território. Pressões ambientais como urbanização irregular em áreas de mananciais, impermeabilização do solo, alterações de canais (entre outras), e os consequentes problemas, como aumento na frequência e proporção de enchentes, impactos à saúde humana e poluição da água ocorrem em âmbito local e interferem diretamente nos municípios. Além disso, os municípios são responsáveis pelo disciplinamento do uso e ocupação do solo e pela concessão de serviços de saneamento. Por esses motivos, os municípios possuem papel fundamental durante o processo de gestão de recursos hídricos (MIRANDA, 2015).

Na abordagem de informações que discutem assuntos relacionados a urbanização, os municípios são fundamentais na determinação de políticas públicas de organização da sociedade e proteção ambiental (SANTOS, 2013). De acordo com a Constituição Federal especificamente no inciso VIII do artigo 30, compete aos municípios:

> VIII – promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Essa atribuição é uma abordagem sobre a proteção dos recursos hídricos nos territórios municipais, apesar dos municípios não possuírem competência jurídica para legislar sobre o assunto (SANTOS, 2013).

### 3.15 QUALIDADE DO MANANCIAL E O TRATAMENTO DE ÁGUA

O abastecimento de água potável é uma operação que parte previamente da captação de água de um corpo hídrico (rio, lago, reservatório ou fonte subterrânea), sendo imprescindível a qualidade do manancial (THE NATURE CONSERVANCY - BRASIL, 2021).

O abastecimento público de água potável, serviço basilar do setor de saneamento, depende absolutamente da disponibilidade e da qualidade da água bruta (ANDREOLI; LEITE, 2005).

> Experiências internacionais, como a da cidade de Nova York e Paris, e nacionais, como em Juiz de Fora (MG) e Balneário Camboriú (SC) apontam que o investimento em proteção e conservação de mananciais é uma necessidade e tendência no saneamento, aumentando a resiliência dos sistemas de abastecimento (IDS, 2021).

A diminuição da qualidade da água bruta é inversamente proporcional ao consumo dos produtos químicos utilizados para o tratamento de água. Se o nível de degradação aumentar, os atributos do projeto da estação de tratamento acabam não sendo apropriados, ocasionando a necessidade de realizar adequações da estação ou do ponto de captação (ANDREOLI; LEITE, 2005).

O planejamento para restabelecer e conservar mananciais deve ser encarado como um investimento de médio e longo prazo, que tenha como objetivo resguardar os mananciais e não depreciar a qualidade atual, reduzir o custo do tratamento e assegurar a disponibilidade hídrica satisfatória para suprir a necessidade humana e usos múltiplos (IDS, 2021).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

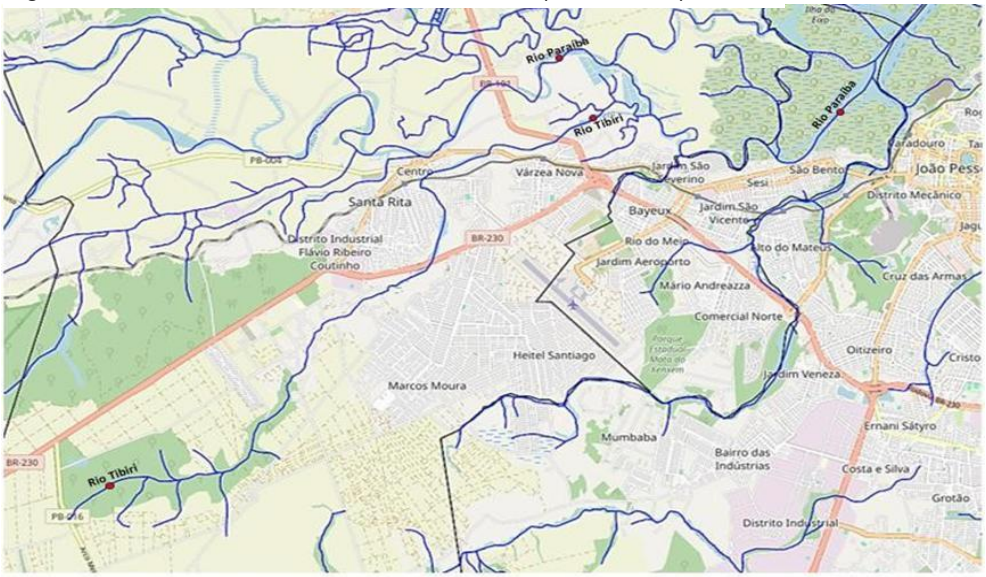
### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

A Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri - (SUBH - RT) é uma área de grande importância no município de Santa Rita, abastecendo aproximadamente 80% da população (SANTA RITA, 2017). Conforme o IBGE (2021), o município possui uma população estimada de 138.093 habitantes, sendo a terceira cidade com maior população do Estado da Paraíba. De acordo com Silva (2008), sua localização está

situada na mesorregião da mata paraibana e microrregião da capital João Pessoa.

O rio Tibiri é um tributário do rio Paraíba (ALVES, 2018) (Figura 3). Possui uma extensão de 18,9 km da nascente até sua foz, contendo em seu trajeto águas de nascentes/afluentes, lagoas e olhos d'água, abastece as comunidades urbanas do Alto das Populares, Centro, Vila Operária Tibiri, e de forma parcial os bairros de Tibiri II, III, Marco Moura e loteamentos próximos aos dois últimos bairros mencionados que fazem parte do município (IFPB, 2018; SANTA RITA, 2018).

Figura 3 - Percurso da SBUH-RT até sua foz (rio Paraíba).




**Fonte:** Adaptado de Google Maps (2024).

O rio Tibiri também é conhecido como rio preto devido a poluição ambiental, conforme afirma Alves (2018):

> O rio Tibiri/Preto é um dos casos mais emblemáticos da dinâmica urbana santarritense, servindo de perfeita analogia dos problemas do município. Cruzando quase todo o perímetro urbano da cidade, o mesmo acabou sendo popularmente dividido em dois rios, no alto curso, o Rio Tibiri dotado de nascentes oriundas de uma região com grande presença de aquíferos de águas minerais, exploradas comercialmente e que fornecem a maior parte do abastecimento de água da cidade de Santa Rita, e no baixo curso o Rio Preto que originalmente também era conhecido como Tibiri, mas acabou ganhando esta denominação justamente em razão da poluição e do despejo de efluentes no mesmo.

No ano de 2019 o Ministério Público de Santa Rita - PB realizou uma audiência pública (procedimento administrativo 015.2018.000409) para debater sobre melhorias, conservação, restauração e responsabilização ambiental dessa sub-bacia, participaram representantes do município, do estado e do instituto federal, na ocasião

foram apresentados relatórios técnicos expondo a atual situação do SUBH - RT (MPPB, 2019).

Avaliando a situação da jusante até o ponto de captação da concessionária (ÁGUAS DO NORDESTE - ANE), foram observados diversos impactos ambientais (Figuras 4 e 5), como carência de mata ciliar em vários espaços do seu curso, barramentos para captação de água (para irrigação e recreação), areeiros (Figura 6), esgotos clandestinos, criação de animais às margens, escoamento de lixiviados (IFPB; SANTA RITA, 2018).

Figura 4 - Areeiro ao norte do rio.



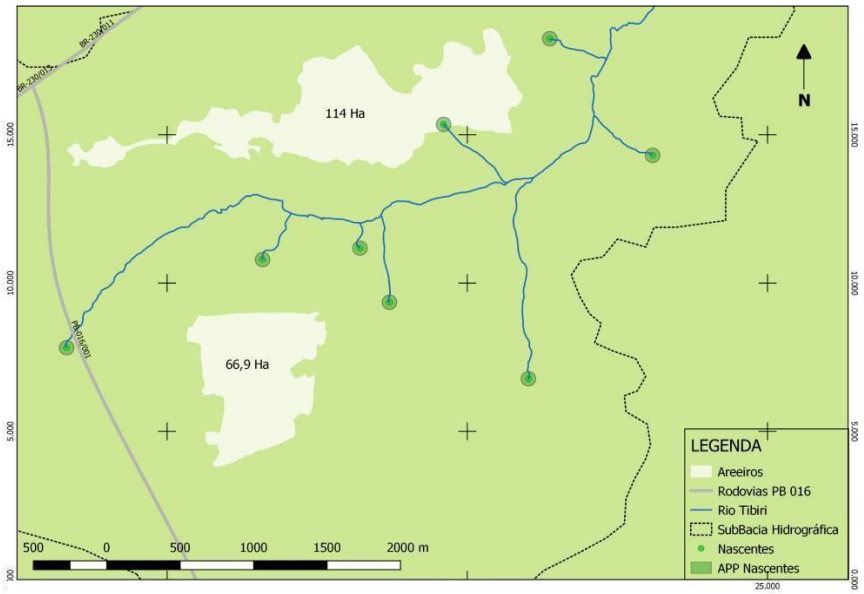
**Fonte:** SANTA RITA, (2018); IFPB, (2018).

Figura 5 - Lançamento de resíduos.



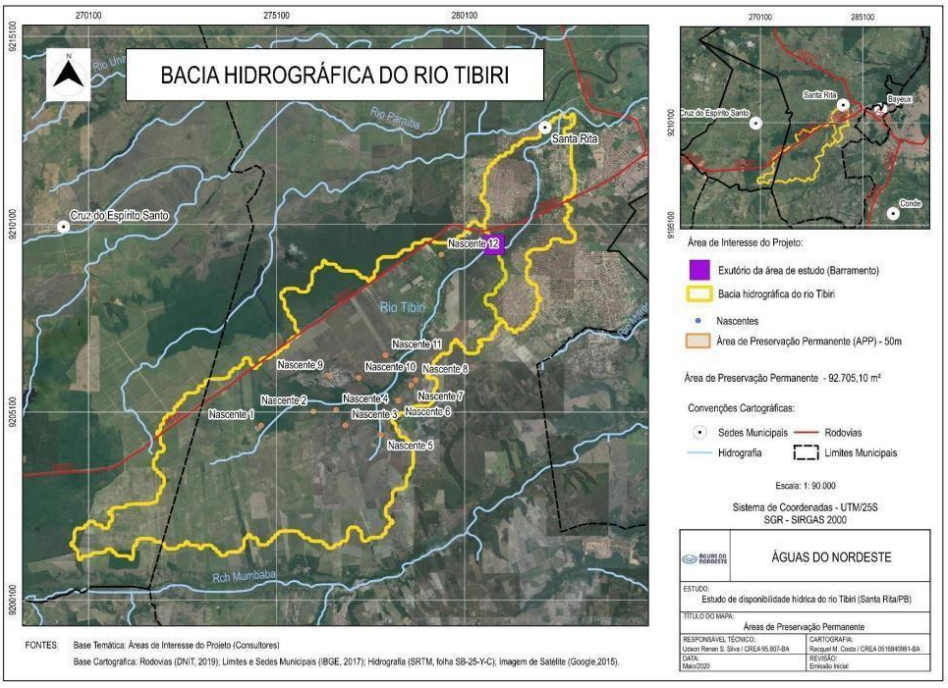
**Fonte:** SANTA RITA, (2018); IFPB, (2018).

Figura 6 - Areeiros em função da SUBH - RT.




**Fonte:** SANTA RITA (2018); IFPB

Figura 7 - Nascentes da SUBH - RT.




**Fonte:** Águas do Nordeste (2020)

No ano de 2020, foi realizado um estudo de avaliação da vulnerabilidade ambiental à susceptibilidade erosiva no alto curso da SUBH - RT, nesse estudo os autores fizeram um alerta sobre a pressão antrópica exercida pelo processo de mineração, demonstrando grande preocupação para os próximos anos, se porventura medidas mitigatórias não fossem adotadas (SILVA; PEREIRA; MORAIS,

2020).

> Essa atividade apresentou a maior expansão territorial com alto nível de vulnerabilidade aos processos erosivos no local de estudo, embora, seja esperado a manutenção dessa tendência de crescimento para os próximos anos, devido ao direito minério concedido na região. Tais resultados são preocupantes e requerem uma tomada de decisão para a proteção do remanescente de vegetação nativa e por consequência a preservação de toda região das principais nascentes situadas no Alto Curso do Rio Tibiri (SILVA; PEREIRA; MORAIS, 2020).

A elevação do processo erosivo na cabeceira do rio é capaz de comprometer a quantidade e qualidade das águas que chegam na estação de tratamento que distribui água potável para aproximadamente 90% dos bairros da cidade, tal situação possui o potencial de ocasionar atribulações como, dificuldades no tratamento e deficiência no fornecimento de água por horas ou dias, em caso mais extremo colapsar o fornecimento hídrico do município SUBH - RT (SILVA; PEREIRA; MORAIS, 2020).

Figura 8 - Moradores recreando próximo à estação de captação.



**Fonte:** Alves (2018).

Uma situação que chama atenção no barramento de captação de água para o abastecimento populacional é a cultura criada por alguns moradores, onde aproveitam a oportunidade da área aberta e utilizam o local para o lazer recreativo, porém essa fragilidade representa risco para segurança da água partilhada por toda população, ou seja, ficando susceptível a uma ação criminosa (IFPB, 2018; SANTA RITA, 2018; ALVES, 2018).

O cenário de negligência com a SUBH - RT por parte do setor público é algo

preocupante, conforme afirma Alves (2018):

> Dimensionando os problemas sofridos pelo afluente durante seu curso, e sua relação com a dinâmica urbana, é possível perceber as omissões do poder público em relação aos problemas ambientais, de saneamento e planejamento urbano. Com isso, consegue-se saber onde são cabíveis soluções jurídicas aos vários problemas decorrentes da atual situação da sub-bacia, pesquisando as iniciativas que buscam soluções ao caso, e complementando-as tanto quanto possível.

O ambiente toma proporções mais críticas em períodos de chuvas, devido aos sedimentos expostos sem amparo da vegetação, que elevam de forma significativa a turbidez da água que chega na estação de tratamento, dificultando o tratamento para potabilidade. Outro ponto impactante é o desmatamento, que danifica o lençol freático e potencializa a redução da vazão do rio, tal circunstância pode acarretar problemas no abastecimento do município (SANTA RITA, 2023).

A SUBH - RT tem o potencial para instituir um comitê próprio de gestão e proteção, considerando os problemas enfrentados e sua relevância econômica, histórica, social e ambiental (SANTA RITA, 2018; IFPB, 2018). Conforme o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades - SELAP (1988), o rio Tibiri e afluentes da nascente até o ponto de formação do rio preto são enquadrados como classe 2.

Uma iniciativa importante do município de Santa Rita - PB é o desenvolvimento de um estudo introdutório executado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, como requisito básico para a concepção de uma unidade de conservação, na modalidade de Área de Proteção Ambiental (APA), no alto e médio curso do rio Tibiri (SANTA RITA, 2023).

> Tendo em vista a atual conjuntura ambiental, referente a problemática dos pontos de contaminação no rio Tibiri e seu entorno, o projeto visa, tratar sobre a reestruturação das áreas de preservação permanente, em especial no Alto e Médio Curso. O município de Santa Rita PB, utiliza a sub-bacia do Rio Tibiri para sua captação de água, além de ser o ponto de início da ocupação urbana, o que são demonstrativos da sua importância histórica e socioeconômica para a cidade (SANTA RITA, 2023).

## 4.2 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM

As amostras de água analisadas da SUBH - RT foram coletadas antes e após o tratamento de potabilidade, a água tratada foi coletada na Estação de Tratamento de Água - ETA da cidade de Santa Rita - PB (coordenadas geográficas 280980.21 m

E e 9210174.09 m S), e a água bruta foi coletada no barramento da captação (coordenadas 280885,72 m E e 9209551,50 m S). (Figura 9). O discernimento adotado para selecionar os pontos de amostragem foram a flexibilidade para coletar as amostras e a disponibilidade estrutural para realização das análises.

Figura 9 - Pontos selecionados para coletas das amostras.




**Fonte:** Adaptado de Google Earth (2024).

## 4.3 ASPECTOS DOS PONTOS MONITORADOS E COLETA DOS DADOS

Diariamente na ETA foi acompanhada a pluviometria do município de Santa Rita, além de quantificar o índice pluviométrico, essa informação possibilitou verificar a influência do volume de chuva sobre as propriedades físico-químicas, microbiológicas e vazão do rio. Vale ressaltar que, na ETA detecta-se qualquer mudança visível que ocorra na qualidade da água. A estação de tratamento é do tipo convencional, englobando todas as etapas (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção) necessárias para um tratamento completo.

A seleção dos parâmetros para realização das análises considerou os efeitos das ações antrópicas e a influência da chuva na qualidade hídrica da sub-bacia, adotando como padrão os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, alterada pelas Resoluções nº 393/2007, n° 397/2008, n° 410/2009 e n° 430/2011 (água da SUBH - RT) e a Portaria GM/MS nº 888/ 2021(água potável).

Para a realização deste estudo foi necessário especial atenção aos parâmetros convenientes para pesquisa, a obtenção dessas informações ocorreu através de uma parceria com a Águas do Nordeste – ANE que preza com seriedade o conceito de gestão e monitora o comportamento da SUBH - RT há alguns anos, acompanhando seus aspectos qualitativos e quantitativos, como, a vazão do rio que é monitorada de forma online através de um medidor instalado pela empresa e todas as análises estabelecidas pela Resolução 357/2005 do CONAMA.

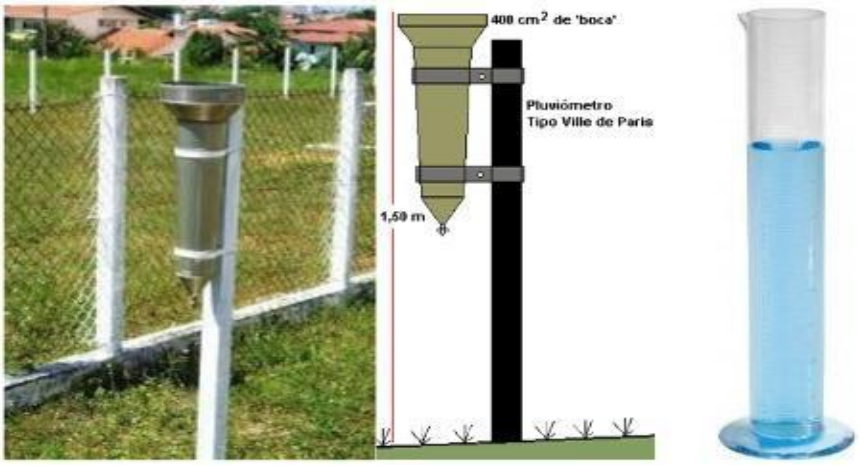
Com o apoio estrutural do laboratório e da disposição de dados fornecidos pela ANE foi possível monitorar por meio de análises físico-químicas e microbiológicas com periodicidade diária, mensal e semestral as variações ocorridas na qualidade da água bruta e potável durante o período de janeiro até dezembro de 2023.

## 4.4 EQUIPAMENTOS E UTENSÍLIOS UTILIZADOS

### 4.4.1 Monitoramento pluviométrico

Foi utilizado um pluviômetro Ville de Paris (Figura 10) e uma proveta específica de 10mm graduada, a fim de facilitar a quantificação pluviométrica. O coletor é similar a um funil e sua medição é realizada pelo escoamento, fazendo uso da proveta, a coleta da água foi realizada através de uma torneira localizada na parte inferior do pluviômetro. A coleta foi realizada diariamente às 07:00 horas por um operador da ETA.

Figura 10 - Pluviômetro Ville de Paris.




**Fonte:** Batista (2019).

### 4.4.2 Análises físico-químicas realizadas na ETA

O laboratório utilizado para as análises utiliza-se de materiais que possibilitam um monitoramento rápido, objetivo e de fácil percepção como: turbidímetro, pHmetro, colorímetros e reagentes (análises de cor e cloro), estufa incubadora, câmara escura com iluminação UV e substrato para análise microbiológica, também conta com outros utensílios, como vidrarias e balança analítica. A metodologia adotada para coleta das amostras foi a SMEWW 23ª edição.

Tabela 1 - Análises realizadas diariamente na ETA.

| Análise | Método | Frequência | Amostras |
|---|---|---|---|
| Turbidez | Nefelométrico | A cada 2 horas | SUBH - RT e água potável |
| Cor | Colorimétrico | A cada 2 horas | SUBH - RT e água potável |
| pH | pHmetro | A cada 2 horas | SUBH - RT e água potável |
| Cloro | Colorimétrico | A cada 2 horas | água potável |

**Fonte:** Adaptado da Portaria GM/MS nº 888/ 2021.

De acordo com Guimarães; Carvalho e Silva (2007), pH, cor e turbidez são:

> **pH:** O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio H4+ (em escala anti-logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água.
> **Cor:** Responsável pela coloração da água, porém deve-se distinguir a cor aparente da cor verdadeira. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devida à turbidez da água. Quando esta é removida por centrifugação, obtém-se a cor verdadeira.
> **Turbidez:** representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma

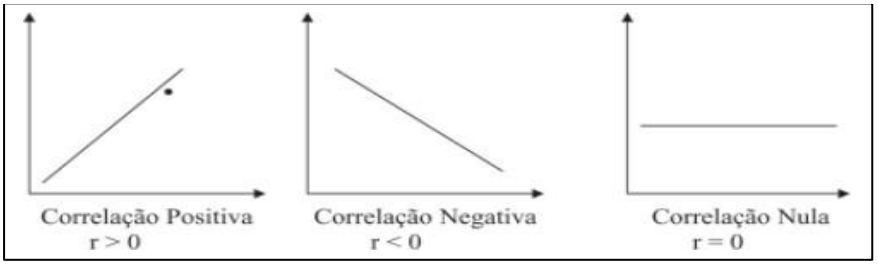
## 4.5 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

A pluviometria foi coletada diariamente na ETA no período que sucedeu o estudo e o resultado armazenado em uma planilha eletrônica, os dados dos parâmetros (cor, pH e turbidez realizados a cada 2 horas) provenientes da água na área de estudo (coletada no barramento da captação) e da água potável (coletada na saída da ETA), também, foram armazenados em planilhas eletrônicas, posteriormente foram elaboradas tabelas e gráficos analisados através de estatística descritiva (média, mínima, máxima), viabilizando a comparação dos valores obtidos com máximos permitidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 (água tratada) e a Resolução CONAMA nº 357/2005 (água bruta).

Os parâmetros utilizados para avaliar a correlação entre a influência da chuva sobre a qualidade da água bruta e consequentemente, com o processo de potabilidade foram a cor aparente, o pH e a turbidez, devido a serem frequentemente monitorados na ETA e por serem parâmetros importantes e crucias para o processo de tratamento da água (ALMEIDA; SILVA; PAULA, 2017).

Para analisar o nível de relação entre os parâmetros monitorados foi utilizada a correlação linear, que determina o grau de codependência entre as variáveis independente e dependente. Com o auxílio do software BioEstat® e planilha eletrônica aplicou- se a análise do coeficiente de correlação de Pearson, com o propósito de demonstrar o quão forte é o grau de associação entre as variáveis (SILVA et al., 2017).

Figura 11 - Tipos de correlações.




**Fonte:** Ribeiro (2009).

> O grau de associação entre os parâmetros da qualidade da água e dos níveis de precipitação médios entre as estações climáticas característica da região foi quantificada pela precipitação média mensal, usada como a variável independente, e os parâmetros da qualidade da água, como variáveis dependentes (OLIVEIRA; CUNHA, 2014).

A aplicação do cálculo de coeficiente de correlação foi realizada após se representar as informações em um gráfico de dispersão, isso implica em observar previamente se existe uma correlação entre as informações ou se elas destoam significativamente (MARTINS, 2014).

A relação entre as variareis pode apresentar distintas formas de correlações (RIBEIRO, 2009):

> **Direta ou Positiva** - quando a variável dependente está diretamente relacionada com a variável independente.
> **Indireta ou Negativa** - quando a variável dependente tem relação inversamente proporcionalmente com a variável independente.
> **Nula** - quando não há inter-relação entre as variáveis.

Conforme Ayres; Ayres e Santos et al. (2007), a intensidade da correlação de Pearson está associada aos valores numéricos de r, conforme descrito abaixo:

- Quanto mais o valor de r se aproximar de + 1 ou - 1, maior é a correlação entre as variáveis;
- Quanto mais o valor de r se aproximar de 0, menor será a correlação.

Tabela 2 - Avaliação qualitativa do grau de correlação entre duas variáveis.

| Coeficiente de correlação | Intensidade da correlação |
|---|---|
| 0,000 | Nula ou inexistente |
| 0,001 a 0,299 | Fraca |
| 0,300 a 0,599 | Regular ou moderada |
| 0,600 a 0,899 | Forte |
| 0,900 a 0,999 | Muito forte |
| 1,000 | Plena ou perfeita |

**Fonte:** Edison Capp et al. (2020).

> A análise baseada no coeficiente de correlação de Pearson permite identificar, através de métodos matemáticos, qual o grau de influência ou de similaridade no comportamento entre os atributos. Em síntese, o cálculo de Pearson indica se, à medida que um atributo sofre alteração, o outro atributo terá um comportamento linear e previsível (COSTA et al., 2020).

## 4.6 ANÁLISES REALIZADAS

A coleta de dados é um ponto crucial para geração de históricos que proporcionem a junção de informações que sejam pertinentes para avaliar e identificar a existência de alterações ocorridas no decorrer dos anos.

Conforme estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/ 2021, o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento quando captado de um corpo hídrico superficial, deve realizar as análises físico-químicas em função do anexo 13 dessa portaria, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros analisados com frequência menor que 6 meses.

| Parâmetros | Método | Frequência | Áreas de amostragem |
|---|---|---|---|
| Cor (uH) | Colorimétrico | A cada 2h | SUBH-RT/ Água potável – ETA |
| Turbidez (uT) | Nefelométrico | A cada 2h | SUBH-RT/ Água potável – ETA |
| pH | PHmetro | A cada 2h | SUBH-RT/ Água potável – ETA |
| Residual de Cloro (mg/L) | Colorimétrico | A cada 2h | Água potável – ETA |
| Colif. Totais e Esch. Coli (Ausência) | Método substrato definido | 2 vezes/semana | Água potável – ETA |
| Acrilamida (µg/L) | USEPA 8316 – 1994 | Mensal | Água potável – ETA |

**Fonte:** Adaptado da Portaria GM/MS nº 888/ 2021.

De acordo com o estabelecido pela Resolução do CONAMA nº 357/2005, as análises de padrão de qualidade para um corpo hídrico superficial classe 2, devem seguir as orientações descritas na seção 2 desta resolução. Na Tabela 4 são observadas todas as análises solicitadas. A frequência do monitoramento seguiu a orientação da Portaria GM/MS nº 888/ 2021.

> Art. 42 Os responsáveis por SAA e SAC devem analisar pelo menos uma amostra semestral da água bruta em cada ponto de captação com vistas a uma gestão preventiva de risco (BRASIL, 2021).

Tabela 4 - Parâmetros analisados semestralmente da SUBH - RT.

| Parâmetros | Métodos |
|---|---|
| 1,1 Dicloroeteno (mg/L) | USEPA 8260C |
| 1,2 Dicloroetano (mg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| 2,4,5 T (µg/L) | EPA 8270D |
| 2,4,5-TP (µg/L) | EPA 8270D |
| 2,4,6 Triclorofenol (mg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| 2,4-D (µg/L) | EPA 8270D |
| 2,4-Diclorofenol (µg/L) | USEPA 8270D |
| 2-Clorofenol (µg/L) | USEPA 8270D |
| Acrilamida (µg/L) | USEPA 8316 – 1994 |
| Alaclor (µg/L) | USEPA 8321A – 1996 |
| Aldrin + Dieldrin (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Alumínio dissolvido (mg/L) | SMWW 23a Ed. 3500Al-B |
| Antimônio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Arsênio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Bário (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Benzeno | USEPA 8260C |
| Benzidina (µg/L) | USEPA 8260C |
| Benzo(a) antraceno (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Benzo(a) pireno (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Benzo(b) fluoranteno (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Benzo(k) fluoranteno (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Boro (mg/L) | USEPA 9056ª |
| Cádmio (mg/L) | USEPA 6010D |
| Carbaril (µg/L) | USEPA 9056ª |
| Chumbo (Pb) (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Cianeto Livre (mg/L) | EPA - 8052CN |
| Cianobactérias (Cel/mL) | SMWW 23a 910200F |
| Cloreto (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500Cl-C |
| Clordato | USEPA 8270D |
| Cloro total (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500Cl-C |
| Clorofila a | SMEWW, 23ª Ed 10200H |
| Cobalto (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed 3120B |
| Cobre dissolvido (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed 3120B |
| Coliformes termotolerantes (UFC/100mL) | SMWW 23ª9221 F |

| | |
|---|---|
| Cor Aparente (uH/PCU) | SMWW 23ª Ed,2120C |
| Corantes artificiais | SMEWW, 23ª Ed 3120B |
| Criseno (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed 3120B |
| Cromo total (mg/L) | SMWW, 23ª Ed. 3500-Cr B |
| DBO (mg/$LO_2$) | SMWW, 23ª Edição, 5210B |
| Demeton (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed 3120B |
| Dibenzo (a,h) antraceno (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed 3120B |
| Diclorometano (µg/L) | USEPA 8260C |
| Dodecacloro pentaciclodecano (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed 3120B |
| Endossulfan (A+B+sulfato) (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed 3120B |
| Endrin (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Estireno (mg/L) | USEPA 8260C |
| Etilbenzeno (µg/L) | USEPA 8260C |
| Fenóis totais (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed 5530C |
| Ferro Solúvel (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed 3120B |
| Fluoreto (mg/L) | EPA 9056A 02-2007 |
| Fósforo total (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed 4500PB/E |
| Fósforo total (ambiente lêntico) (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed 4500PB/E |
| Gution (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Hexaclorobenzeno (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Indeno(1,2,3-cd) pireno (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Lindano (gama HCH) (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Lítio total (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Malationa (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Manganês (mg/L) | SMWW 23a Ed.3500Mn-B |
| Materiais Flutuantes | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Mercúrio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Metolacloro (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Metoxicloro (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Níquel (mg/L) | SMWW, 23ª Ed,3111B |
| Nitrato (mg/L) | EPA 352,1 |
| Nitrito (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500NO2-B |
| Nitrogênio amoniacal total (mg/L) | EPA Method 350.2, 1974 |
| Óleos e graxas | SMEWW, 23ª Ed. 5520 B |
| Oxigênio dissolvido (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed.4500 O C |
| Paration (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| PCBs (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Pentaclorofenol (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Prata (mg/L) | SMEWW 23º Ed. 3113 B |
| Resíduos sólidos objetáveis | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Selênio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Simazina (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Sólidos totais dissolvidos (STD) (mg/L) | SMWW23a Ed, 2150B |
| Sulfato (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500SO4E |
| Sulfeto de Hidrogênio (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500S2-D |
| Surfactantes (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed.5540 C |
| Tolueno (µg/L) | USEPA 8260C |
| Toxafeno (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Tributilestanho (µg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Triclorobenzenos (1,2,4-TCB + 1,3,5- TCB + 1,2,3) (mg/L) | USEPA 8260C |
| Tricloroeteno (mg/L) | USEPA 8260C |

| | |
|---|---|
| Trifluralina (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Urânio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Vanádio (mg/L) | SMEWW, 23ª Ed3120B |
| Xilenos | USEPA 8260C |
| Zinco (mg/L) | SMWW, 23ª Ed.3111 B |

**Fonte:** Adaptado da Resolução CONAMA nº 357/2005

A Portaria nº 888/2021 abrange diversos parâmetros de controle de qualidade, como substâncias orgânicas, inorgânicas, agrotóxicos e metabólitos, subprodutos de desinfecção, compostos organolépticos e padrão bacteriológico, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros analisados semestralmente da água tratada.

| Parâmetros | Métodos |
|---|---|
| 1,2 Dicloroetano (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| 1,2-Diclorobenzeno (mg/L) | USEPA 8260C |
| 1,4-Diclorobenzeno (mg/L) | USEPA 8260C |
| 2,4,6 Triclorofenol (mg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| 2,4-Diclorofenol (mg/L) | EPA 8270E |
| Ácidos Haloacéticos Total (mg/L) | USEPA 552,3 – 2003 |
| Acrilamida (mg/L) | USEPA 8316 – 1994 |
| Alaclor (µg/L) | USEPA 8321A – 1996 |
| Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido (µg/L) | USEPA 8141B – 2007 |
| Aldrin + Dieldrin (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Alumínio(mg/L) | SMWW23a Ed, 3500Al-B |
| Ametrina (µg/L) | EPA - 8321B |
| Antimônio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Arsênio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Atrazina + S-Clorotriazinas (Deetil-Atrazina - Dea, Deisopropil-Atrazina - Dia e Diaminoclorotriazina - Dact) (µg/L) | EPA - 8321B |
| Bário (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Benzeno (µg/L) | USEPA 8260C |
| Benzo(a)pireno (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Bromato (mg/L) | EPA 9056A 02-2007 Rev, 01/ EPA 300,1 1997 |
| Cádmio (mg/L) | EPA - 6010 D |
| Carbendazim + Benomil (µg/L) | USEPA 8141B – 2007 |
| Carbofurano (mg/L) | USEPA 8141B – 2007 |
| Chumbo (Pb) (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Ciproconazol (µg/L) | EPA - 8321B |
| Cloraminas Total (mg/L) | POP 055 - Rev,06 / SMWW22ª, Ed, 2012 - 4500 Cl-G |
| Clorato (mg/L) | EPA – 3001 |
| Clordano (µg/L) | EPA 8270D |
| Cloreto de Vinila (µg/L) | USEPA 8260C |
| Cloreto total (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500Cl-C |
| Cloretos (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500Cl-C |
| Clorito (mg/L) | EPA 9056A 02-2007 Rev, 01/ EPA 300,1 1997 Rev, 01 |

| | |
|---|---|
| Clorotalonil (µg/L) | EPA - 8270E |
| Clorpirifós + Clorpirifós-oxon (µg/L) | USEPA 8141B – 2007 |
| Cobre (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Coliformes Totais (Ausência/Presença) | SMWW 23ª 9221 B e C |
| Condutividade elétrica (µS/cm) | SMWW 23a Ed, 2150B |
| Cor Aparente (uH/PCU) | SMWW 23ª Ed,2120C |
| Cor verdadeira (uH/PCU) | SMWW 23ª Ed,2120C |
| Cromo (mg/L) | SMWW, 23ª Edição, Método 3500-Cr B |
| DDT+DDD+DDE (mg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Di(2-etilhexil) ftalato (µg/L) | EPA - 8270E |
| Diclorometano (µg/L) | USEPA 8260C |
| Difenoconazol (µg/L) | EPA - 8321B |
| Dimetoato + ometoato (µg/L) | EPA - 8321B |
| Dioxano (mg/L) | EPA 8260D |
| Diuron (µg/L) | USEPA 8141B – 2007 |
| Dureza (mg/L) | SMWW 23a Ed,2340C |
| Dureza total (mg/L) | SMWW 23a Ed,2340C |
| *Epicloridrina* (µg/L) | EPA - 8260D |
| Epoxiconazol (µg/L) | EPA - 8321B |
| Escherichia coli | SMWW 23ª9221 F |
| Etilbenzeno (µg/L) | USEPA 8260C |
| Ferro Total (mg/L) | SMWW 23ªEd, 3500Fe |
| Fipronil (µg/L) | EPA - 8321B |
| Fluoreto (mg/L) | EPA 9056A 02-2007 Rev, 01/ EPA 300,1 1997 Rev, 01 |
| Flutriafol (µg/L) | EPA - 8321B |
| Fósforo total (mg/L) | EPA - 6010 D |
| Glifosato + AMPA (µg/L) | USEPA 8316 – 1994 |
| Gosto (Intensidade) | EPA - 2160 B |
| Hidroxi-Atrazina (µg/L) | EPA 8321B |
| Lindano (gama HCH) (µg/L) | EPA - 8370E |
| Malationa (µg/L) | EPA 8321B |
| Mancozebe + ETU (µg/L) | EPA 8321B |
| Manganês total (mg/L) | SMWW 23a Ed, 3500Mn-B |
| Mercúrio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Metamidofós + Acefato (µg/L) | EPA 8321B |
| Metolacloro (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Metribuzim (µg/L) | EPA 8321B |
| Molinato (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Monoclorobenzeno (mg/L) | EPA 8260 |
| Níquel total (mg/L) | SMWW, 23ª Ed, Método: 3111 B |
| Nitrato (como N) (mg/L) | EPA 352,1 |
| Nitrito (como N) (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500NO2-B |
| Nitrogênio amoniacal total (mg/L) | SM 4500F |
| Odor N/O | SMWW 23ª Ed, 2150ª |
| Paraquate (µg/L) | EPA 8321B |
| Pentaclorofenol (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Picloram (µg/L) | EPA 8321B |
| Profenofós (µg/L) | USEPA 8141B – 2007 |
| Protioconazol + ProticonazolDestio (µg/L) | EPA 8321B |
| Selênio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Simazina (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Sódio (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500SO3A |
| Sólidos totais dissolvidos (STD) (mg/L) | SMWW23a Ed, 2150B |

| | |
|---|---|
| Sulfato (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500SO4E |
| Sulfeto (mg/L) | SMWW 23a Ed, 4500S2-D |
| Tebuconazol (µg/L) | USEPA 8141B – 2007 |
| Temperatura (ºC) | SMWW 23ª Ed,2550 B |
| Terbufós (µg/L) | USEPA 8141B – 2007 |
| Tetracloreto de Carbono (µg/L) | USEPA 8260C |
| Tetracloroeteno (µg/L) | EPA 8321B |
| Tiametoxam (µg/L) | EPA 8321B |
| Tiodicarbe (µg/L) | EPA 8321B |
| Tiram (µg/L) | EPA 8321B |
| Tolueno (µg/L) | USEPA 8260C |
| Tricloroeteno (µg/L) | USEPA 8260C |
| Trifluralina (µg/L) | USEPA 8270D – 2007 |
| Trihalometanos Totais (mg/L) | USEPA 8260C |
| Turbidez (NTU) | SMWW 23ª Ed,2130B |
| Urânio (mg/L) | EPA - 6020ª |
| Xilenos (µg/L) | USEPA 8260C |
| Zinco total (mg/L) | SMWW, 23ª Ed, Método: 3111 B |

**Fonte:** Adaptado da Portaria GM/MS nº 888/ 2021.

A primeira coleta das amostras para realização das análises semestrais para água tratada e bruta ocorreu no mês de abril, no dia 26, às 08:20 horas da manhã, onde foi constatada a ocorrência de chuvas de baixa intensidade (5,5 mm) nas 24 horas que antecederam a coleta. De acordo com o INMET (2013), precipitações entre 0,3 e 0,5 mm/h são consideradas como chuviscos moderados. A segunda coleta foi realizada no mês de outubro, no dia 03, às 08:50 horas da manhã, onde não foi constatada a ocorrência de chuvas nas 24 horas que antecederam a coleta.

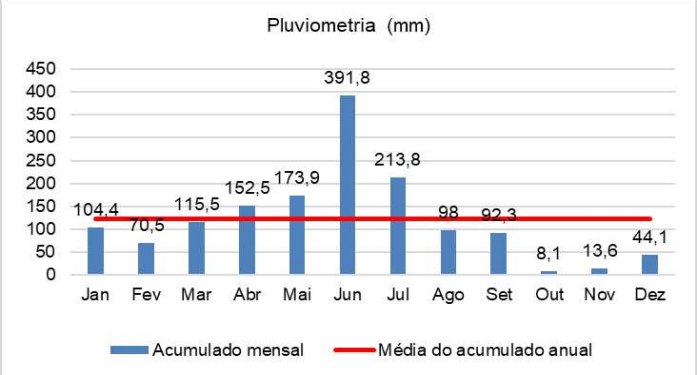
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentadas e discutidas as informações obtidas durante o período da pesquisa (entre janeiro e dezembro de 2023), de acordo com o processo metodológico adotado e revisão de bibliografia desenvolvida.

A água proveniente da SUBH - RT verifica-se como enquadrada na classe 2 (SELAP, 1988), porém sofre alterações expressivas em períodos chuvosos, em que parâmetros como cor e turbidez, acabam alcançando concentrações consideravelmente elevadas. De acordo com a ANE (2023), após o tratamento, a água adquire todas as características determinadas à potabilidade, independentemente da qualidade inicial no antecedente ao tratamento.

A obtenção dos dados pluviométricos agregou importância ao estudo, considerando-se a assiduidade e pontualidade nas coletas. Na Figura 12, verifica-se o acompanhamento da pluviometria da cidade de Santa Rita no ano de 2023. Observa-se que, nos meses de abril, maio, junho e julho, o acumulado mensal apresentou valores maiores do que a média do acumulado anual.

Figura 12 - Acumulado mensal da pluviometria do município de Santa Rita - PB.



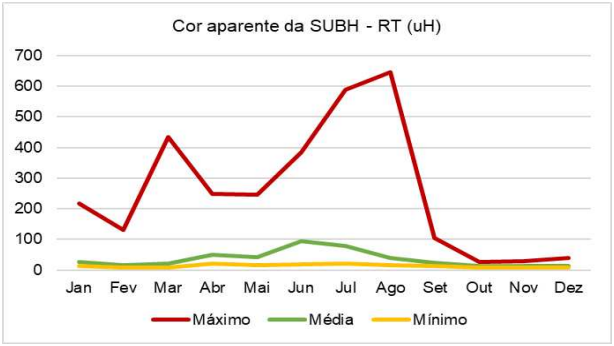

**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

Vale ressaltar que a divisão local e temporal da pluviometria, entre outros pontos, pode interferir na qualidade da água, esse fato ocorre devido ao volume pluviométrico de alguma região está diretamente relacionado à quantidade de matéria orgânica e de poluentes transferidos dos solos para os leitos dos rios, dessa maneira é possível fortalecer a compreensão de que a chuva influencia na qualidade da água dos mananciais, fornecendo os primeiros sinais de impactos atrelados às ações antrópicas (MARQUES et al., 2021).

## 5.1 ÁGUA BRUTA

As análises avaliativas dos parâmetros pertinentes à qualidade da água bruta, estabelecem pontos fundamentais nos estudos de implantação e operação dos sistemas de tratamento de água. A água destinada ao abastecimento público necessita de uma determinação minuciosa de suas características químicas, físicas e biológicas (SOUZA, 2008). O acompanhamento diário da água proveniente da SUBH - RT demonstra uma alteração brusca no parâmetro cor aparente conforme apresentado na Figura 13, sendo mais intenso nos meses com maiores proporções pluviométricas.

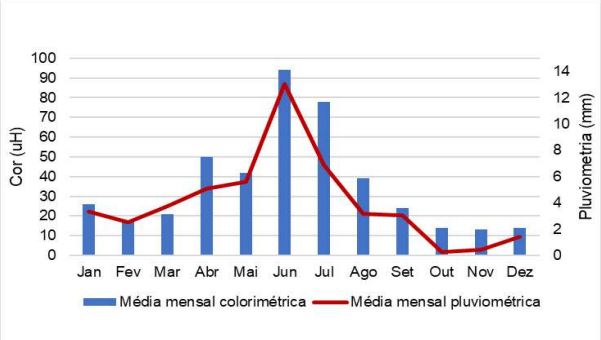
Figura 13 - Monitoramento mensal da cor aparente da SUBH - RT.




**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

O monitoramento diário da água bruta juntamente com a pluviometria, indica uma informação importante, conforme apresentado na Figura 14, de que os meses com maiores índices de médias pluviométricas foram os mesmos com maiores médias da cor aparente.

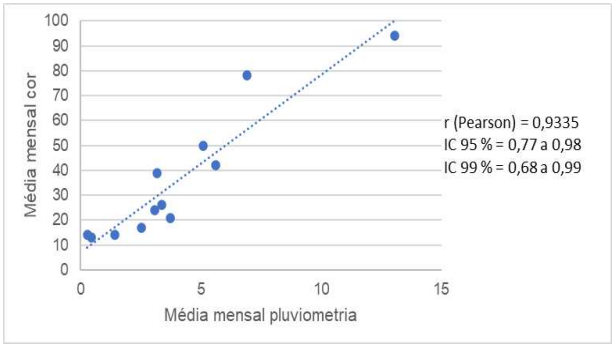
Figura 14 - Médias da pluviometria e da cor aparente da SUBH - RT.




**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

Mediante o gráfico de dispersão apresentado na Figura 15, identifica-se uma correlação positiva e forte, entre a média mensal pluviométrica e a média mensal do parâmetro cor aparente, ascendendo de forma simultânea.

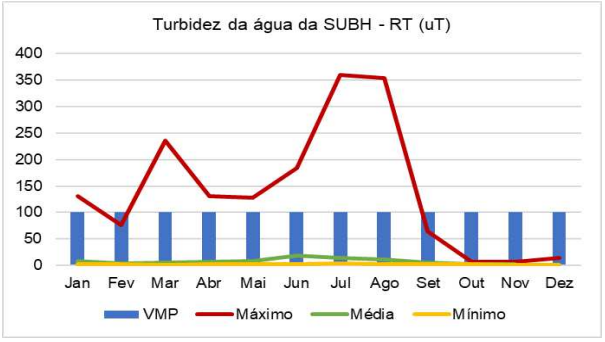
Figura 15 - Relação entre a pluviometria e a cor aparente da SUBH - RT.




**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O parâmetro turbidez (Figura 16) possui um comportamento similar ao que foi apresentado pelo parâmetro da cor aparente, possuindo picos máximos nos meses em que as chuvas apresentaram os maiores acumulados mensais.

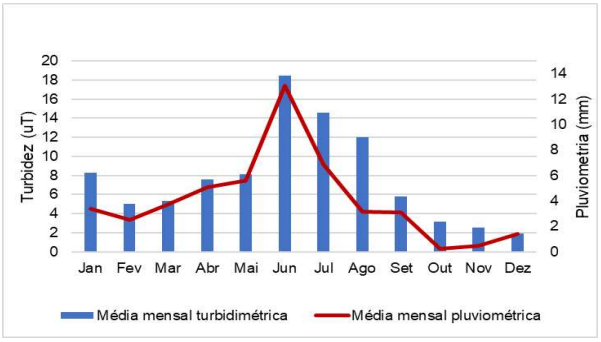
Figura 16 - Monitoramento mensal da turbidez da SUBH - RT.




**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

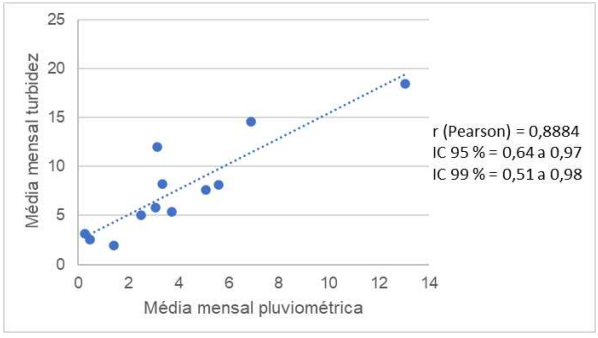
As figuras 17 e 18 demonstram que existem uma correlação forte entre os parâmetros avaliados, devido a relação quantitativa que elas demonstram no período avaliado.

Figura 17 - Relação entre a pluviometria e a cor aparente da SUBH - RT.



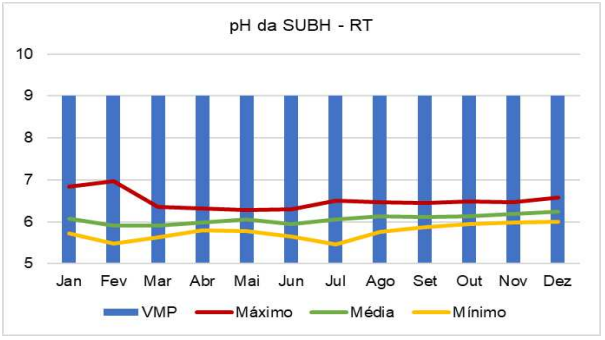

**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

Figura 18 - Relação entre a pluviometria e a turbidez da SUBH - RT.




O pH não apresentou alterações expressivas em nenhum dos meses avaliados, permanecendo sempre dentro do especificado pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 para rios enquadrados como classe 2 (Figura 19).

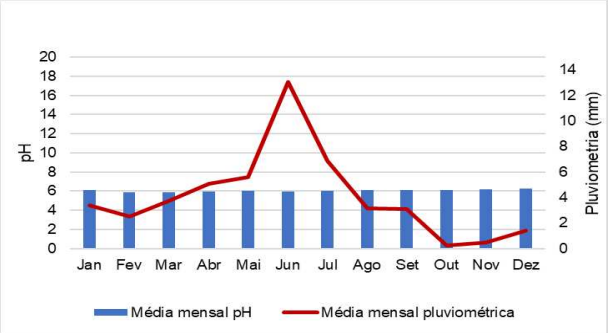
Figura 19 - Monitoramento mensal do pH SUBH - RT.




**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023)

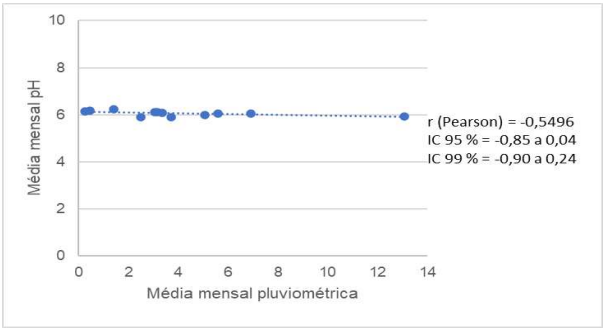
Observando as informações contidas nas Figuras 20 e 21, constata-se que a correlação da chuva com o pH não foi significativa no histórico dos meses de 2023.

Figura 20 - Médias da pluviometria e do pH da SUBH - RT.




**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

Figura 21 - Relação entre a pluviometria e o pH da SUBH - RT.




Conforme apresenta-se na Tabela 6, os parâmetros cor e turbidez conferem coeficiente de correlação forte, porém o mesmo não ocorre com o parâmetro pH que apresenta uma correlação moderada.

Tabela 6 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a pluviometria e os parâmetros de cor, turbidez e pH da SUBH - RT.

| Parâmetros | Cor | Turbidez | pH |
|---|---|---|---|
| r (Pearson) | 0,9335 | 0,8884 | -0,5496 |
| Intensidade | Muito Forte | Muito Forte | Regular ou moderada |

Oliveira e Cunha (2014), analisaram a correlação entre qualidade da água e a variabilidade da precipitação no sul do estado do Amapá, o corpo hídrico estudado foi um trecho do rio Jari, em que os resultados demonstraram a existência de correlação entre a precipitação e os parâmetros avaliados: cor (r: 0,8126), turbidez (r: 0,8686) e pH (r: -0,4646), resultados semelhantes aos que estão ilustrados na Tabela 6.

Mendes e Ferreira (2014), avaliaram a influência da sazonalidade na

qualidade da água bruta no município de Ituiutaba - MG, o resultado do estudo realizado apresentou correlações entre a pluviometria e os parâmetros de turbidez (r: 0,5376), pH (r: -0,7406) e cor aparente (r: 0,6398).

Fraga et al., (2012), avaliaram a influência da precipitação sobre os parâmetros de qualidade da água utilizada para irrigação do morangueiro no município de Turuçu - RS em 14 fontes de captação, o resultado do estudo demonstrou para o parâmetro turbidez que 50% das amostras obtiveram um valor de correlação entre 0,7148 e 0,9387, similar com a correlação encontrada para o mesmo parâmetro da SUBH – RT. Penedo et al., (2023), analisaram a relação entre precipitação e a turbidez em cursos d'água no estado do Espírito Santo, o estudo indicou correlações: na Barragem do Córrego da Prata (r: 0,742), no Córrego Tardano (r: 0,7849), no Córrego Rio Novo (r: 0,8559), no rio Santa Maria do rio Doce (r: 0,881) e no rio da Prata (r: 0,7249).

Os estudos apresentados, apesar de terem sidos realizados em locais distintos, se propuseram a pesquisar as mesmas circunstâncias apresentadas neste trabalho, avaliar quão impactantes são as ações externas em períodos sazonais (chuvas), sobre os parâmetros qualitativos dos corpos hídricos.

O aumento da cor e da turbidez proporciona um aumento no custo do tratamento da água, visto que será necessário fazer uso de uma quantidade maior de produtos químicos para obter uma água potável. A elevação da turbidez também ocasionará outras adversidades como, o aumento na frequência de manutenção dos filtros e adutoras na estação de tratamento de água (SACRAMENTO, 2015).

Com o propósito de demonstrar visualmente o aspecto que a água bruta adquiri em períodos de chuvas e estiagem, foram registradas imagens da entrada da água na estação de tratamento. Na Figura 22 são apresentadas três imagens de águas captadas do mesmo local, porém com características físico-químicas distintas.

Na Figura 22.1, verifica-se uma coloração natural dos períodos de estiagem, na Figura 22.2, observa-se uma água com um alto índice de turbidez e consequente elevação da cor aparente, adquirindo esse aspecto no ápice das chuvas, na Figura 22.3, verifica-se uma água que reduziu significativamente a turbidez, porém com cor que permaneceu elevada, esse aspecto ocorre normalmente horas depois do encerramento das chuvas.

Figura 22 - Coloração da água da SUBH - RT em dias de chuvas e estiagem.




Com o propósito de atender aos requisitos estabelecidos por Lei e acompanhar o comportamento qualitativo da água bruta, a ANE monitora semestralmente todos os parâmetros determinados pela Resolução do CONAMA nº 357/2005, conforme observa-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Monitoramento semestral da SUBH - RT.

| Parâmetros | Abril | Outubro | VMP |
|---|---|---|---|
| 1,1 Dicloroeteno (mg/L) | < 0,001 | < 0,001 | 0,003 |
| 1,2 Dicloroetano (mg/L) | < 0,0050 | < 0,0050 | 0,01 |
| 1,2,3-Triclorobenzeno (mg/L) | < 0,005 | < 0,005 | 0,02 |
| 1,2,4-Triclorobenzeno (mg/L) | < 0,001 | < 0,001 | 0,02 |
| 2,4,5 T (µg/L) | < 0,01 | 0,80 | 2 |
| 2,4,5-TP (µg/L) | < 0,01 | 0,50 | 2 |
| 2,4,6 Triclorofenol (mg/L) | < 0,0020 | < 0,0020 | 0,01 |
| 2,4-D (µg/L) | 0,95 | < 0,05 | 4 |
| 2,4-Diclorofenol (µg/L) | < 0,01 | < 0,1 | 0,3 |
| 2-Clorofenol (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | 0,01 |
| Acrilamida (µg/L) | < 0,01 | < 0,01 | 0,5 |
| Alaclor (µg/L) | < 0,010000 | 1,1 | 20 |
| Aldrin + Dieldrin (µg/L) | < 0,020000 | < 0,020000 | 0,005 |
| Alumínio dissolvido (mg/L) | < 0,01 | < 0,05 | 0,1 |
| Antimônio (mg/L) | < 0,135 | < 0,001 | 0,005 |
| Arsênio (mg/L) | < 0,00010 | < 0,0001 | 0,01 |
| Atrazina (µg/L) | < 0,01 | < 0,01 | 2 |
| Bário (mg/L) | < 0,0184 | < 0,001 | 0,7 |
| Benzeno | < 1,0 | < 0,001 | 0,005 |
| Benzidina (µg/L) | 0,005 | < 0,0001 | 0,001 |
| Benzo(a) antraceno (µg/L) | < 0,01 | 0,1 | 0,5 |
| Benzo(a) pireno (µg/L) | < 0,150 | 0,2 | 0,5 |
| Benzo(b)fluoranteno (µg/L) | < 0,01 | 0,1 | 0,5 |
| Benzo(k)fluoranteno (µg/L) | < 0,01 | < 0,01 | 0,05 |
| Berílio total (mg/L) | < 0,01 | < 0,01 | 0,04 |
| Boro (mg/L) | 0,02 | 0,2 | 0,5 |
| Cádmio (mg/L) | < 0,0001 | < 0,001 | 0,001 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Carbaril (µg/L) | 0,01 | < 0,01 | 0,02 |
| Chumbo (Pb) (mg/L) | < 0,0010 | < 0,008 | 0,01 |
| Cianeto Livre (mg/L) | < 0,0010 | < 0,0010 | 0,005 |
| Cianobactérias (Cel/mL) | 235,2 | 1025 | 20.000 |
| Clordano (cis + trans) (µg/L) | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Cloreto de Metileno (µg/L) | < 0,002 | < 0,002 | Não determinado |
| Cloreto total (mg/L) | 21,5 | 16,8 | 250 |
| Cloretos (mg/L) | N/T | 23,2 | 250 |
| Cloro residual total (combinado + livre) (mg/L) | 0 | 0 | 0,01 |
| Clorofila a | 4 | < 1 | 30 |
| Cobalto (mg/L) | 0,02 | 0,03 | 0,05 |
| Cobre dissolvido (mg/L) | 0,002 | < 0,008 | 0,009 |
| Coliformes termotolerantes (UFC/100mL) | 22 | 22 | 1000 |
| Cor Aparente (uH/PCU) | 20 | 8,5 | 75 |
| Corantes artificiais | V/A | V/A | Visualmente ausentes |
| Criseno (µg/L) | 0,01 | < 0,01 | 0,05 |
| Cromo total (mg/L) | 0,01 | < 0,01 | 0,05 |
| DBO (mg/LO2) | 3 | 3,5 | 10 |
| DDD (µg/L) | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,002 |
| DDE (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | 0,002 |
| DDT (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | 0,002 |
| DDT+DDD+DDE (µg/L) | < 0,030 | < 0,030 | 0,002 |
| Demeton-O (µg/L) | 0,01 | < 0,08 | 0,1 |
| Dibenzo(a,h)antraceno (µg/L) | 0,01 | < 0,01 | 0,05 |
| Diclorometano (µg/L) | < 0,01 | < 0,001 | 0,02 |
| Dieldrin | < 0,001 | < 0,001 | 0,005 |
| Dodecacloro Pentaciclodecano (µg/L) | < 0,01 | < 0,001 | 0,001 |
| Endossulfan (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | Não determinado |
| Endossulfan (A+B+sulfato) (µg/L) | < 0,01 | < 0,03 | 0,056 |
| Endrin (µg/L) | < 0,010000 | 0,0001 | 0,004 |
| Estireno (mg/L) | 0,01 | < 0,002 | 0,02 |
| Etilbenzeno (µg/L) | 32,4 | 8,1 | 90 |
| Fenóis totais (mg/L) | 0,001 | < 0,001 | 0,003 |
| Ferro dissolvido (mg/L) | < 0,1 | < 0,1 | 0,3 |
| Ferro Solúvel (mg/L) | 0,01 | 0,005 | 0,3 |
| Fluoreto (mg/L) | < 0,06 | < 0,05 | 1,4 |
| Fósforo total (ambiente lêntico) (mg/L) | 0,01 | < 0,01 | 0,030 |
| Glifosato (µg/L) | 21 | 12 | 65 |
| Gution (µg/L) | < 0,001 | < 0,004 | 0,005 |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | 0,01 |
| Hexaclorobenzeno (µg/L) | 0,0001 | < 0,001 | 0,0065 |
| Indeno(1,2,3-cd) pireno (µg/L) | 0,001 | 0,02 | 0,05 |
| Lindano (gama HCH) (µg/L) | 0,001 | < 0,001 | 0,02 |
| Lítio total (mg/L) | 0,01 | < 0,05 | 2,5 |
| Malationa (µg/L) | 0 | < 0,01 | 0,1 |
| Manganês (mg/L) | < 0,05 | < 0,05 | 0,1 |
| Materiais Flutuantes | V/A | V/A | Visualmente ausentes |
| Mercúrio (mg/L) | < 0,000010 | < 0,0001 | 0,0002 |
| Metolacloro (µg/L) | < 0,010000 | 1,1 | 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Metoxicloro (µg/L) | 0,01 | 0,02 | 0,03 |
| Níquel (mg/L) | < 0,015 | < 0,015 | 0,025 |
| Nitrato (mg/L) | < 0,1 | 3,3 | 10 |
| Nitrito (mg/L) | < 0,01 | < 0,01 | 1 |
| Nitrogênio amoniacal total (mg/L) | 0,9 | 0,8 | 20 |
| Óleos e graxas | V/A | V/A | Visualmente ausentes |
| Oxigênio dissolvido (mg/L) | 3,5 | 4,1 | 5 |
| Paration (µg/L) | < 0,01 | < 0,01 | 0,04 |
| PCBs (µg/L) | < 0,0005 | < 0,0005 | 0,001 |
| Pentaclorofenol (µg/L) | < 0,001 | < 0,0001 | 0,009 |
| pH | 6,7 | 7,3 | 6 a 9 |
| Prata (mg/L) | < 0,001 | < 0,0001 | 0,01 |
| Resíduos sólidos objetáveis | V/A | Visualmente ausentes | Visualmente ausentes |
| Selênio (mg/L) | < 0,00010 | < 0,005 | 0,01 |
| Simazina (µg/L) | 0,50 | < 0,001 | 2 |
| Sólidos totais dissolvidos (STD) (mg/L) | 99,20 | 58,5 | 500 |
| Sulfato (mg/L) | 24,6 | 10,5 | 250 |
| Sulfeto de Hidrogênio (mg/L) | < 0,01 | < 0,155 | 0,002 mg/L S |
| Surfactantes (mg/L) | 0 | < 0,002 | Não determinado 357 |
| Tetracloro de carbono (mg/L) | < 0,0003 | 0,0003 | 0,002 |
| Tolueno (µg/L) | < 0,0010 | 0,002 | 2 |
| Toxafeno (µg/L) | 0,001 | < 0,001 | 0,01 |
| Tributilestanho (µg/L) | < 0,01 | < 0,003 | 0,063 |
| Triclorobenzenos (1,2,4-TCB + 1,3,5- TCB + 1,2,3) (mg/L) | < 0,01 | < 0,0001 | 0,02 |
| Tricloroeteno (mg/L) | < 0,01 | < 0,001 | 0,03 |
| Trifluralina (µg/L) | < 0,01 | < 0,002 | 0,2 |
| Turbidez (NTU) | 28 | 16 | 100 |
| Urânio (mg/L) | 0,0010 | < 0,01 | 0,02 |
| Vanádio (mg/L) | 0,01 | < 0,05 | 0,1 |
| Xilenos | 5,5 | 17,3 | 300 |
| Zinco (mg/L) | < 0,008 | < 0,008 | 0,18 |

**Fonte:** Águas do Nordeste - ANE (2023).

De acordo com as informações contidas na Tabela 7, constata-se que a água proveniente da SUBH - RT atende aos requisitos estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 para um rio enquadrado como classe 2.

Vale ressaltar que, os meses em que foram coletadas as amostras para realização das análises, foram meses que não compreenderam o período de inverno, onde ocorrem as maiores incidências de chuvas (SUDEMA, 2012). Conforme o manual de observações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2013), uma precipitação entre 0,3 e 0,5 mm/h é considerada um chuvisco moderado.

Considerando que as coletas para realização das análises contidas na Tabela

7 foram realizadas em períodos que não integram o inverno, sugere-se que em pesquisas futuras na SUBH-RT essas análises sejam realizadas nos meses que possuem um histórico de maior acumulado pluviométrico.

Tabela 8 - Estações do ano.

| Estações | Meses |
|---|---|
| Outono | Março |
| Inverno | Junho |
| Primavera | Setembro |
| Verão | Dezembro |

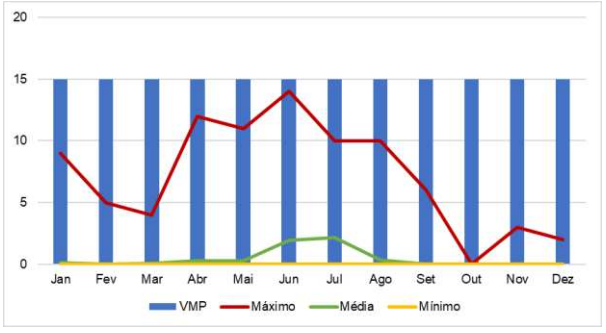
**Fonte:** INMET (2024).

## 5.2 ÁGUA POTÁVEL

Por meio das análises de controle de qualidade da água potável foi possível verificar o quanto as variações qualitativas ocorridas em períodos de chuvas impactaram no processo de potabilidade da água.

A Portaria GM/MS nº 888/ 2021 determina que a água tratada obtenha no máximo 15 uH de cor aparente. Observando as informações dispostas na Figura 23, a água tratada na estação se manteve com os resultados de acordo com o que é estabelecido, com médias mensais menores que 3 uH, porém entre os meses de abril e agosto os resultados atingiram valores entre 10 e 14 uH, coincidindo com o período em que a cor da água bruta alcançou os maiores resultados (Figura 13).

Figura 23 - Monitoramento mensal da cor da água tratada da ETA/Santa Rita - PB.



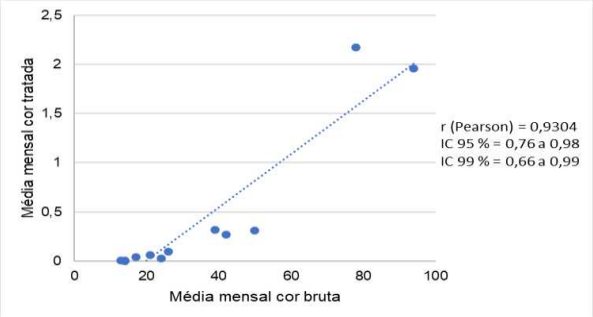

**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

Para avaliar o grau de associação da água bruta com a água tratada, foi utilizado como variável independente, os parâmetros (cor aparente, turbidez e pH) de

qualidade da água bruta e como variáveis dependentes, os mesmos parâmetros após o processo de potabilização (OLIVEIRA; CUNHA, 2014).

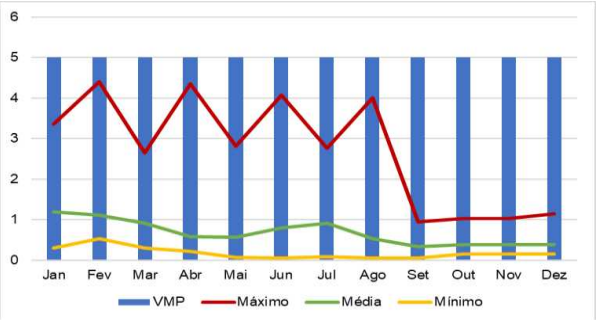
Fazendo uso do gráfico de dispersão (Figura 24) foi possível identificar uma correlação positiva forte entre a média da cor aparente da água bruta com a média da cor da aparente da água tratada, devido à elevação concomitante dos resultados nos mesmos períodos avaliados.

Figura 24 - Relação entre a cor aparente da água da SUBH - RT antes e após o processo de potabilização.



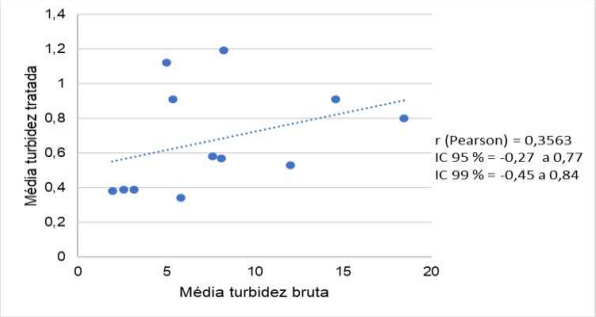

O parâmetro turbidez apresenta-se dentro dos limites determinados pela Portaria GM/MS nº 888/ 2021, conforme apresentado na Figura 25. Divergindo do que foi apresentado pelo parâmetro cor aparente, a média da turbidez da água tratada apresentou uma correlação fraca. Observando os resultados na Figura 26, nota-se que ambos não acendem de forma simultânea, isso ocorre porque grande parte dos sólidos que elevam a turbidez da água bruta, sedimentam no processo de decantação e o remanescente é retido posteriormente no processo de filtração.

Figura 25 - Monitoramento mensal da turbidez da água tratada da ETA/Santa Rita - PB.



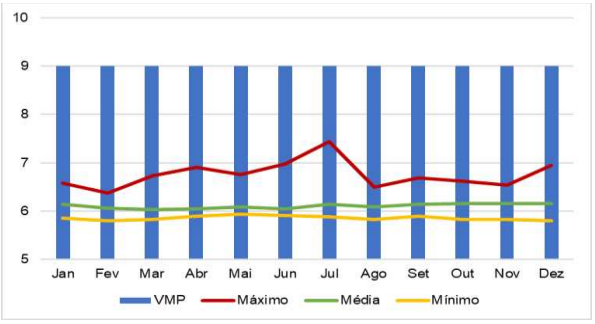

**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023

Figura 26 - Relação entre a turbidez da água da SUBH - RT antes e após o processo de potabilização.




O pH da água tratada manteve-se em média acima de 6 (Figura 27), a Portaria GM/MS nº 888/ 2021 não determina valores exatos para este parâmetro, porém em seu anexo 3, os valores de pH apresentados são para orientar sobre o tempo de contato nos processos de desinfecção por cloro, pois o valor do pH interfere na eficiência da etapa de desinfecção.

Figura 27 - Monitoramento mensal do pH da água tratada da ETA/Santa Rita - PB.




**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

O gráfico de dispersão da Figura 28, demonstra um comportamento de correlação linear positiva entre a média de pH mensal da água bruta, com a média do pH mensal da água tratada, devido ao comportamento de ambos serem síncronos. O pH da água tratada é um parâmetro de fácil controle na operação, devido à adição do alcalinizante, normalmente na ETA opta-se por trabalhar com valores de pH um pouco acima do que é apresentado na água bruta, com é isso justificável que o resultado de correlação apresentado na Figura 28 seja forte.

Figura 28 - Relação entre o pH da água da SUBH - RT antes e após o processo de potabilização.

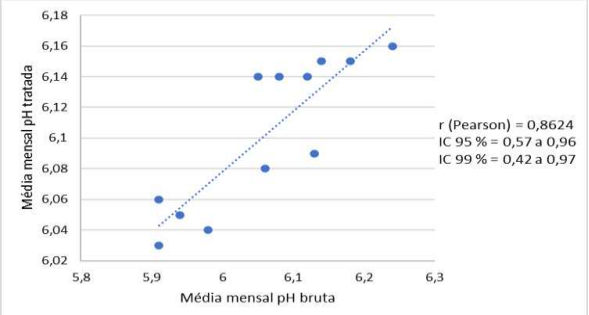


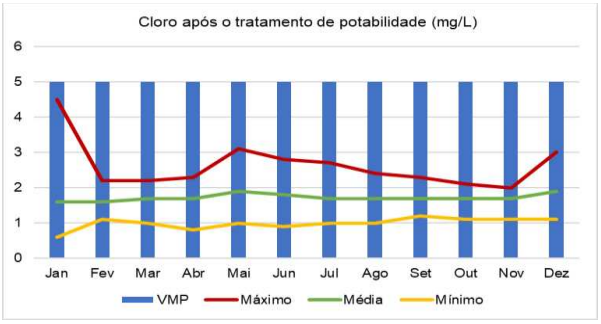

Tabela 9 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) os parâmetros da água da SUBH - RT antes e após o processo de potabilização.

| Parâmetros | Cor | Turbidez | pH |
|---|---|---|---|
| r (Pearson) | 0,9304 | 0,3563 | 0,8624 |
| Intensidade | Muito Forte | Regular ou moderada | Forte |

Conforme apresenta-se na Tabela 9, o coeficiente de correlação para os parâmetros cor aparente e pH apresentam uma correlação muito forte e forte respectivamente, porém, o parâmetro turbidez demonstra uma correlação moderada.

A qualidade da água potável não é garantida apenas pelo aspecto translúcido e inodoro, mas pela garantia da desinfecção e exclusão ou redução de substâncias químicas que sejam prejudiciais para saúde. O cloro possui um papel importante no tratamento de água, pois ele exclui a existência de microrganismos patógenos. A Portaria GM/MS nº 888/ 2021 determina que seja mantido o cloro residual livre entre 0,2 e 5 mg/L em toda a extensão do sistema de distribuição e nos pontos de consumo. A Figura 29 constata que o cloro residual livre da água tratada atendeu os limites da Portaria determinados durante o ano de 2023.

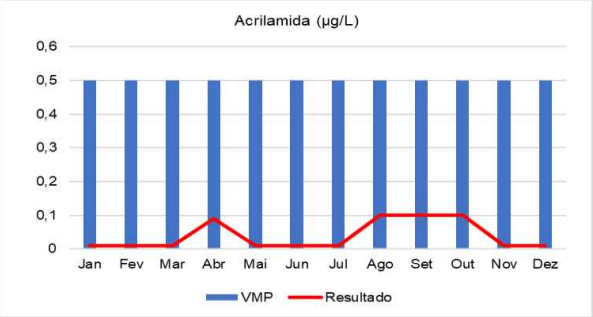
Figura 29 - Cloro residual livre.




**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

Conforme observado na Figura 30, a água tratada apresentou uma quantidade de acrilamida inferior ao que é estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

Figura 30 - Acrilamida da água tratada.




**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

A Tabela 10 exibe os resultados de um processo de desinfecção eficiente, demonstrando que, no ano de 2023 nenhum mês contou com a presença dos microrganismos analisados.

Tabela 10 - Resultados microbiológicos da água tratada.

| Meses | Coliformes | E. col. | Meses | Coliformes | E. col. |
|---|---|---|---|---|---|
| Jan. | Ausente | Ausente | Jul. | Ausente | Ausente |
| Fev. | Ausente | Ausente | Ago. | Ausente | Ausente |
| Mar. | Ausente | Ausente | Set. | Ausente | Ausente |
| Abr. | Ausente | Ausente | Out. | Ausente | Ausente |
| Mai. | Ausente | Ausente | Nov. | Ausente | Ausente |
| Jun. | Ausente | Ausente | Dez. | Ausente | Ausente |

**Fonte**: Adaptado dos registros da ANE (2023).

Na ETA o processo de floculação é de extrema importância, para otimizar essa etapa na estação de Santa Rita, faz-se o uso de um polímero que auxilia na eficiência desse processo, porém esse material contém uma substância que se julga possivelmente oferecer risco a saúde, considerando essa informação a Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece que mensalmente seja realizado a análise de concentração de acrilamida na água tratada (BRASIL, 2021; ZILLI, 2015).

> A acrilamida é um monômetro que, quando polimerizado, é utilizado como auxiliar de floculação na Estações de Tratamento de Água (ETA). Embora

> sua forma polimérica não represente riscos à saúde, a Organização Mundial da Saúde alerta para a presença de residuais de acrilamida nos floculantes, o que seria responsável por liberar esse contaminante na água tratada. Acrilamida é considerada como provavelmente carcinogênica para humanos, e tem seu padrão para água potável estabelecido em 0,5 µg L-1 no Brasil (ZILLI, 2015).

A Tabela 11 apresenta os resultados do monitoramento semestral da água tratada, as amostras foram coletadas nos mesmos dias e horários da água bruta.

Tabela 11 - Monitoramento semestral da água tratada.

| Parâmetros | Abril | Outubro | VMP |
|---|---|---|---|
| 1,2 Dicloroetano (µg/L) | < 0,0050 | < 0,0050 | 5 |
| 1,2-Diclorobenzeno (mg/L) | < 0,0050 | < 0,0005 | 0,001 |
| 1,4-Diclorobenzeno (mg/L) | < 0,0050 | < 0,0001 | 0,0003 |
| 2,4 D (µg/L) | 10 | 12 | 30 |
| 2,4,6 Triclorofenol (mg/L) | 0,003 | < 0,0020 | 0,2 |
| 2,4-Diclorofenol (mg/L) | 0,01 | < 0,1 | 0,2 |
| Ácidos Haloacéticos Total (mg/L) | < 0,08 | 0,03 | 0,08 |
| Acrilamida (mg/L) | 0,01 | < 0,50 | 0,5 |
| Alaclor (µg/L) | 1,2 | 8 | 20 |
| Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido (µg/L) | 0,9 | < 0,001 | 10 |
| Aldrin + Dieldrin (µg/L) | 0,02 | 0,01 | 0,03 |
| Alumínio(mg/L) | 0,1 | < 0,001 | 0,2 |
| Ametrina (µg/L) | 0,05 | 15 | 60 |
| Antimônio (mg/L) | 0,002 | < 0,00002 | 0,006 |
| Arsênio (mg/L) | 0,001 | < 0,00010 | 0,01 |
| Atrazina + S-Clorotriazinas (Deetil-Atrazina - Dea, Deisopropil-Atrazina - Dia e Diaminoclorotriazina - Dact) (µg/L) | 0,6 | < 0,01 | 2 |
| Bário (mg/L) | 0,2 | 0,02 | 0,7 |
| Benzeno (µg/L) | 2,4 | 0,1 | 5 |
| Benzo(a)pireno (µg/L) | 0,15 | < 0,001 | 0,4 |
| Bromato (mg/L) | 0,002 | < 0,001 | 0,01 |
| Cádmio (mg/L) | 0,001 | < 0,00001 | 0,003 |
| Carbendazim + Benomil (µg/L) | 0,03 | 18 | 120 |
| Carbofurano (mg/L) | 0,01 | 0,08 | 7 |
| Chumbo (Pb) (mg/L) | < 0,0010 | < 0,0010 | 0,01 |
| Ciproconazol (µg/L) | 0,9 | < 0,01 | 30 |
| Cloraminas Total (mg/L) | 0,2 | 0,95 | 4 |
| Clorato (mg/L) | 0,1 | < 0,001 | 0,7 |
| Clordano (µg/L) | 0,03 | < 0,020000 | 0,2 |
| Cloreto de Vinila (µg/L) | 0,1 | < 0,0002 | 0,5 |
| Cloreto total (mg/L) | 1,7 | 16 | 250 |
| Cloretos (mg/L) | 1,5 | 14 | 250 |
| Clorito (mg/L) | 0,2 | < 0,010 | 0,7 |
| Cloro Residual Livre (µg/L) | 2 | 1,8 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Clorotalonil (µg/L) | 1,3 | 5,1 | 45 |
| Clorpirifós + Clorpirifós-oxon (µg/L) | 2,4 | 1,35 | 30 |
| Cobre (mg/L) | 0,2 | < 0,0031 | 2 |
| Coliformes Totais (Ausência/Presença) | Ausência | Ausência | Ausência |
| Condutividade elétrica (µS/cm) | 59,5 | 56,2 | Não determinado |
| Cor Aparente (uH/PCU) | 1,5 | 1,5 | 15 |
| Cromo (mg/L) | 0,01 | < 0,01 | 0,05 |
| DDT+DDD+DDE (mg/L) | 0,03 | < 0,030000 | 1 |
| Di(2-etilhexil) ftalato (µg/L) | 1,1 | 0,50 | 8 |
| Diclorometano (µg/L) | 1,5 | 1,2 | 20 |
| Difenoconazol (µg/L) | 2,1 | 1,3 | 30 |
| Dimetoato + ometoato (µg/L) | 0,2 | < 0,01 | 1,2 |
| Dioxano (mg/L) | 10,2 | 9,4 | 48 |
| Diuron (µg/L) | 1,4 | < 0,0009 | 20 |
| Dureza (mg/L) | 87 | 52 | 300 |
| Dureza total (mg/L) | 95,6 | 67 | 300 |
| *Epicloridrina* (µg/L) | 0,1 | < 0,0001 | 0,4 |
| Epoxiconazol (µg/L) | 5,5 | 11,7 | 60 |
| Escherichia coli (Ausência/Presença) | Ausência | Ausência | Ausência |
| Etilbenzeno (µg/L) | 3,7 | 43 | 300 |
| Ferro Total (mg/L) | 0,1 | < 0,1 | 0,3 |
| Fipronil (µg/L) | 0,4 | 0,9 | 1,2 |
| Fluoreto (mg/L) | 0,3 | < 0,06 | 1,5 |
| Flutriafol (µg/L) | 1,7 | 7,7 | 30 |
| Fósforo total (mg/L) | 0,9 | 2,3 | Não determinado |
| Glifosato + AMPA (µg/L) | 125 | 15,1 | 500 |
| Gosto (Intensidade) | 1 | < 0,01 | 6 |
| Hidroxi-Atrazina (µg/L) | 1,3 | 1 | 2 |
| Lindano (gama HCH) (µg/L) | 0,2 | < 0,01 | 2 |
| Malationa (µg/L) | 0,95 | 9,87 | 60 |
| Mancozebe + ETU (µg/L) | 0,5 | < 0,01 | 8 |
| Manganês total (mg/L) | < 0,05 | < 0,05 | 0,1 |
| Mercúrio (mg/L) | < 0,000010 | < 0,0002 | 0,001 |
| Metamidofós + Acefato (µg/L) | 0,25 | 0,80 | 7 |
| Metolacloro (µg/L) | 0,5 | 0,95 | 10 |
| Metribuzim (µg/L) | 2,6 | 1,8 | 25 |
| Microcistinas (µg/L) | < 0,300 | < 0,300 | 1 |
| Molinato (µg/L) | 1,7 | 0,85 | 6 |
| Monoclorobenzeno (mg/L) | 0 | < 0,0001 | 0,02 |
| N-nitrosodimetilamina | < 0,00001 | < 0,00001 | 0,0001 |
| Níquel total (mg/L) | 0,02 | < 0,015 | 0,07 |
| Nitrato (como N) (mg/L) | 7,1 | 1,75 | 10 |
| Nitrito (como N) (mg/L) | 0,3 | < 0,01 | 1 |
| Nitrogênio amoniacal total (mg/L) | 0,7 | 0,25 | Não determinado |
| Odor N/O | Não objetável | Não objetável | Não objetável |
| Ometoato (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | 1,2 |
| Paraquate (µg/L) | 1,3 | 4,6 | 13 |
| Pentaclorofenol (µg/L) | 1,4 | < 0,01 | 9 |
| Picloram (µg/L) | 13,75 | 8,6 | 60 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Profenofós (µg/L) | 0,05 | < 0,01 | 0,3 |
| Propargito (µg/L) | 7,88 | 7,55 | 30 |
| Protioconazol + ProticonazolDestio (µg/L) | 0,5 | < 0,01 | 3 |
| S-Clorotriazinas | < 0,001 | < 0,001 | 2 |
| Saxitoxinas | < 0,21 | < 0,21 | 3 |
| Selênio (mg/L) | < 0,00010 | < 0,00010 | 0,04 |
| Simazina (µg/L) | 0,3 | < 0,002 | 2 |
| Sódio (mg/L) | 19,75 | 14,30 | 200 |
| Sólidos totais dissolvidos (STD) (mg/L) | 101 | 47,50 | 500 |
| Sulfato (mg/L) | 37,21 | 5,6 | 250 |
| Sulfeto de Hidrogênio (mg/L) | < 0,001 | < 0,001 | 0,5 |
| Tebuconazol (µg/L) | 14,11 | 6,3 | 180 |
| Temperatura (ºC) | 27°C | 27,8 °C | Não determinado |
| Terbufós (µg/L) | 0,2 | < 0,1 | 1,2 |
| Tetracloreto de Carbono (µg/L) | 0,9 | < 1,6 | 4 |
| Tetracloroeteno (µg/L) | 9,75 | 8,1 | 40 |
| Tiametoxam (µg/L) | 13,1 | 9,4 | 36 |
| Tiodicarbe (µg/L) | 24,95 | 17,50 | 90 |
| Tiram (µg/L) | 0,7 | 0,50 | 6 |
| Tolueno (µg/L) | 11,6 | 5,4 | 30 |
| Tricloroeteno (µg/L) | 0,3 | 0,60 | 4 |
| Trifluralina (µg/L) | 1,8 | 1,5 | 20 |
| Trihalometanos Totais (mg/L) | 0,02 | 0,02 | 0,1 |
| Turbidez (NTU) | 0,5 | 0,85 | 5 |
| Urânio (mg/L) | < 0,0010 | < 0,0010 | 0,03 |
| Xilenos (µg/L) | < 0,0030 | < 0,0030 | 500 |
| Zinco (mg/L) | < 0,008 | < 0,008 | 5 |

**Fonte:** Águas do Nordeste - ANE (2023).

Conforme apresentado na Tabela 11, a água tratada atende aos limites de todos os parâmetros determinados pela Portaria GM/MS nº 888/2021 para as análises com frequência semestral.

A estação de tratamento recentemente passou por algumas adequações que contribuíram para esses resultados como: a restruturação do sistema de dosagem cloro gás; a instalação de um novo sistema de dosagem de químicos, que monitora e controla a operação através de um programa específico de automação; e a instalação do medidor de vazão no rio que é monitorado pela equipe da ETA. Esse medidor possibilita a antecipação de qualquer mudança no aspecto da água, isso porque, quando a vazão aumenta bruscamente é sinal de que choveu muito no leito da bacia ou que ocorreu algum descarte imprevisto, independente do que seja a equipe da estação fica de prontidão para realizar os ajustes no tratamento (ANE, 2023).

Através das informações obtidas pelo monitoramento da ANE, atualmente a

SUBH - RT possui dados que antes não faziam parte da sua realidade, integrando essas informações às redes de comunicação oficiais de gestão hídrica, sendo possível obter um alto nível de transparência com a sociedade santarritense e fortalecer o programa de estímulo à divulgação de dados de qualidade de água (QUALIÁGUA), podendo fazer, do monitoramento da sub-bacia, um exemplo para outros corpos hídricos paraibanos.

No atual cenário ficou evidente que os órgãos gestores estaduais e municipais possuem ferramentas para mudar essa realidade, com as informações de monitoramento da nova concessória somada com as fiscalizações dos órgãos gestores e aplicação das Leis vigentes, o enquadramento da sub-bacia como classe 2 é uma realidade que pode ser mantida. O comitê de bacias é fundamental para o alcance desse objetivo, visto que ele pode contribuir de forma assídua no combate à degradação ambiental e a poluição

A Lei 9433/97 apresenta como um de seus instrumentos o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, que ressalta a importância da alimentação de informações nos canais oficiais e o fácil acesso destes dados para sociedade (BRASIL, 1997), entretendo na prática a situação ocorre de outra forma, como, por exemplo, no ano de 2006 uma das dificuldades para elaboração do PERH na Paraíba foi a escassez de informações sobre os recursos hídricos do Estado, a mesma situação aconteceu com o diagnóstico do PERH 2022 (PARAÍBA, 2022).

> Da mesma forma do PERH-PB (2006), a atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB) também enfrentou problemas, na fase de coleta de dados e de informações, por exemplo: inexistência de um cadastro único com os açudes do Estado; inexistência de um cadastro único com a infraestrutura hídrica do Estado; dificuldade de acesso às informações e dados sobre a qualidade dos mananciais hídricos; dados registrados em papel, o que requereu mais de 3 meses de digitalização; há também o caso em que há banco de dados, porém as informações encontram-se desatualizadas. Espera-se, assim, que os planos vindouros não encontrem esse tipo de dificuldade (PARAÍBA, 2022).

Um outro ponto que necessita ser considerado é a falta de debates a respeito da situação da SUBH - RT no comitê de bacia em que ela está inserida, a última vez em que foi exposto algo sobre a sua situação no comitê de bacia hidrográfica do rio Paraíba foi no dia 04/12/2019.

Garantir aos cidadãos santarritenses a transparência sobre a atual situação da sua principal fonte de abastecimento hídrico é fundamental para que eles possam

estar cientes dos riscos que podem ocorrer, caso nenhuma tratativa for tomada. Também essa é uma forma de descentralizar a responsabilidade e tornar participativa a gestão dos recursos hídricos pela sociedade.

## 6. CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos ficou constatado que, as chuvas contribuíram com a perda da qualidade da água bruta, porém essa situação não está atrelada exclusivamente pela ocorrência das chuvas. Fatores antrópicos observados foram pontos que colaboraram de forma crucial para esse efeito.

O registro histórico deste trabalho concedeu informações importantes relacionadas a descrição físico-química da água do corpo hídrico estudado em diferentes épocas do ano, com destaque para o inverno, devido esse ser o período no qual ocorreu a maior perda qualitativa, em que a cor e a turbidez atingiram os maiores picos no período observado (cor acima de 600 uH e turbidez acima de 350 NTU).

A aplicação do método de correlação constatou que a ações antrópicas somadas com a pluviometria, são fatores críticos que influenciam diretamente nos aspectos qualitativo da água bruta, apresentando resultados de correlação entre a chuva e os parâmetros cor: 0,9335, turbidez: 0,884 e pH:-0,5496, com resultados mais significativos para cor e turbidez.

Verificou-se que, apesar das variações da qualidade da água bruta, o método de tratamento utilizado e a estrutura da ETA demonstrou-se eficiente, durante a execução da pesquisa, nenhum parâmetro da água tratada apresentou-se acima dos limites estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

Cabe ressaltar que o fato de garantir a potabilidade da água não exclui a necessidade fundamental de se combater todos os fatores antrópicos que implicam na redução da qualidade da água bruta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba. **Decreto nº 27.562, de 04 de setembro de 2006.** Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul e dá outras providências. Paraíba, Disponível em:<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp- content/uploads/2016/11/DECRETO_07.pdf>. Acesso em: 23 de abr. de 2023.

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba. **DZS 205 – Enquadramento dos corp os d`água da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. Disponível em:<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa- web site/wp-content/uploads/2016/11/DZS_03.pdf>. Acesso em 24 de fev. 2023.

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba. **Gestão de Recursos Hídricos no Estado da Paraíba**. Disponível em:<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/documentos/gestao-das- aguas/>. Acesso em: 15 de fev. 2023.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Comitês de Bacia Hidrográfica**. Disponível em:<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-do- singreh/comites-de-bacia-hidrografica#:~:text=Bacia%20hidrogr%C3%A1fica%20%C3%A9%20um%20territ%C3%B3rio, ponto% 20mais%20baixo%20da%20regi%C3%A3o.>. Acesso em: 8 de março de 2023.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Enquadramento dos corpos d'água em classes.** Brasília: ANA, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Enquadramento dos corpos de água em classes**. Disponível em:<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional- de- recursos-hidricos/enquadramento-dos-corpos-de-agua-em-classes>. Acesso em 5 de fev. de 2023.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água**. Brasília: ANA, 2012.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Planos de Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2022.

ANA – **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em:<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional- de- recursos-hidricos>. Acesso em: 01 de mar. 2023.

ANE – Águas do Nordeste. Análises de controle da água bruta e tratada da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri. Santa Rita – PB, 2023.

ANDREOLI, C. V.; LEITE, B. Z**. Impactos sociais e econômicos da hidrossedimentologia**. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS 2005 - JOÃO PESSOA/PB, 16.,2005, João Pessoa. Anais[...]. João Pessoa: ABRHidro, 2005.

ALMEIDA, M. C.; SILVA, M. M; PAULA, M. Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água em relação à turbidez, cor e pH da água. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**. Bahia, v. 5, n. 1, p. 25-40, 2017.

ALVES, A. O. **Manancial e bebedouro, latrina e esgoto: uma análise jurídica da degradação ambiental no Rio Tibiri/preto no município de santa Rita/ PB**.2018. 57 f. Monografia (Curso de Ciências Jurídicas) - Universidade Federal da Paraíba, Santa Rita. 2018.

AUGUSTO, L. G. S. et al. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**. Pernambuco, v. 17, n. 6, p. 1511-1522, jun.2012.

AYRES, M.; AYRES, J. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biomédicas**. 4.ed. Belém: Bioestat, 2007. 364 p.

BARBOSA, E. M. et al. **Sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe/PB: direito, política e gestão**. Disponível:<http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/180.pdf>. Acesso em: 22 de fev. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]. Disponível em:< https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 02 de fev. de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Meio Ambiente**. Brasília, 2001. Disponível em:<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/meioambiente.pdf>. Acesso 10 de abr. de 2024

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 91, de 5 de novembro de 2008**. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Diário Oficial da União, Brasília, 6 fevereiro de 2009. Disponível em:<https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2091.pdf >. Acesso em: 12 de abr.2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 145, de 12 de dezembro de 2012**. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias. Diário Oficial da União, Brasília, 26 fevereiro de 2013. Disponível em:<https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20145.pdf>. Acesso em: 16 de mai.2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. **Lei nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 8 de janeiro de 1997. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 4 de mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, , a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017. Brasília, 15 de jul de 2020. Disponível em:< https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em: 17 de ago. de 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 25 de mai. de 2012. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 25 de jul. de 2024.

BRASIL. MINISTERIO DA SAÚDE. **PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 4 de mai. de 2021.

CADORE, J. S.; TOCHETTO, M. Recursos Hídricos: panorama geral do setor e perspectivas ao atendimento da Agenda 2030. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.9, n.3, p. 122-136 mai./ago./set. 2021.

CASTRO, C. N. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Janeiro: Ipea, 2022. 281 p.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE. **Decodificação das notas técnicas sobre recursos hídricos e produção agrícola**. Brasília: CGEE, 2017. 36 p.

CETESB–SP. **Histórico da legislação hídrica no Brasil**. Disponível em:<https://cetesb.sp.gov.br/aguas- interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/historico-da-legislacao-hidrica-no-brasil/>. Acesso em: 24 de fev. 2023.

CIRILO, J. A. Crise hídrica: desafios e superação. **Revista USP**. São Paulo, n. 106, p. 45-58, jul./ago./set. 2015.

CONGRESSO NACIONAL – BRASIL. **Instrumentos de gestão das águas. Centro de Estudos e Debates Estratégicos**. Relatório. Brasília, 2015.

CORONA, H.M.P; MELLO, N.A; REK, M. A crise ambiental e as alternativas à sustentabilidade na gestão pública. **Revista Jurídica Unicuritiba**, Curitiba, v.04, n.66, p. 549-566, jul. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em:< conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450>. Acesso em 5 de mai. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Rev. da Resolução Conama nº 303**, **de 2 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Perman ente. Brasília, 12 de ago. 2010. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sis conama&task=documento.download&id=18409>. Acesso em 10 de out. 2023.

COSTA, C. T. F. et al. Análise multivariada aplicada ao estudo hidroquímico das águas subterrânea na bacia sedimentar do Araripe – CE. **Águas Subterrâneas**. São Paulo, v. 34, n. 2, 2020.

CUNHA, B.P.; AUGUSTIN, S. **Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais**. Disponível em:< https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/Sustentabilidade_ambiental_ebook.pdf>. Acesso em: 4 de fev. 2023.

DINIZ, J. A. O. et al. **Crise hídrica no Brasil: O uso das águas subterrâneas como reforço no abastecimento público**. Disponível em:<https://static.poder360.com.br/2021/08/uso-agua-subterranea-sgb-24-ago-2021.pdf>. Acesso em 20 de jan. de 2024.

ERMAKOFF, E. D. et al. Novo marco legal do saneamento: mapeamento da demanda industrial. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 55, p. 113-178, mar. 2022

FARIA, A. Crise Hídrica. Disponível em: <https://ecoa.org.br/wp-content/uploads/2021/11/CriseHidric aFinalNov21.pdf>. Acesso em: 23 de fev. 2023

FARIA, A. M. G. B. **Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2013. 158 p.

FAYER, G. C. et al. **Crise hídrica: evolução dos decretos estaduais sobre escassez hídrica em Minas Gerais**. In: III SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL. 3, Juiz de Fora, 2018. Anais... Juiz de Fora: UFJF, 2018. p 75 – 84.

FERREIRA, V. O; ROSA, R.M. A crise ambiental global: Conjuntura e interpretações. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 22, n. 84, p. 187-199, dez. 2021.

FRAGA, R. S. et al. Influência da precipitação sobre parâmetros de qualidade da água utilizada para irrigação do morangueiro no município de Turuçu-RS. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.18, n. 1-4, p.81-94, jan./mar. 2012.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Ciência e saúde coletiva**, v. 10, n. 4, dez. 2005.

GADELHA, H. S. et al. O novo marco regulatório do saneamento básico e o direito ao acesso à água. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, jul./set. 2021.

GANEM, R. S. **Crise Hídrica**. Disponível em:<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos- e-notas-tecnicas/fiquePorDentro/temas/crise-hidrica-mar-2018/Crisehdrica_textobase.pdf>. Acesso em: 4 de fev. 2023.

GOVERNO DO ESTADO ESPÍRITO SANTO – ES. **Definição do Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana**. Disponível em:<https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/Itabapoana/Plano%20de%20Bacia/Relat%C3%B3rio%20Etapa%20C%20-%20Manual%20Operativo%20-%20CCBH%20Itabapoana.pdf>. Acesso em: 20 de jan. de 2023.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Plano Estadual De Recursos Hídricos da Paraíba: RF-02 B - Diagnóstico atual dos recursos hídricos**. Disponível em:<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp- content/uploads/2022/10/RF-02-B-DIAGN%C3%93STICO-ATUAL.pdf>. Acessado em: 21 de mar. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **LEI N° 6.308, DE 02 DE JULHO DE 1996**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências. Paraíba, 02 de jun. 1996. Disponível em:<https://progestao.ana.gov.br/panorama-dos-estados/pb/lei-no-6-308-96_pb.pdf>. Acesso em: 03 de out. de 2023.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Cadernos da Mata Ciliar**. 1. ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2009. 36 p.

GOVERNO FEDERAL – BRASIL. **Elaboração do Plano Nacional De Recursos Hídricos – PNRH 2022- 2040**. Disponível em:<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional- de- recursos-hidricos-1/doc_base_elab_pnrh_2022_2040.pdf>. Acesso em: 10 de mar. 2023.

GUEDES, A. S. G. **Unidade 5: Planos de Recursos Hídrico**. Disponível em:<https://wp.ufpel.edu.br/hu goguedes/files/2019/06/Unidade-5.pdf>. Acesso em: 6 de mar. 2023.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento básico**. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>. Acesso em: 25 de mar. 2024.

HOLANDA, D, M. C. **Espacialização e avaliação ambiental das nascentes de drenagens do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Pacoti** (Ceará, Brasil). 2022. 96 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Estimativas da População**. Disponível em:<https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2021/POP2021_20240624.pdf>. Acesso em 28 de out. de 2023.

Instituto Democracia e Sustentabilidade – IDS. **Saneamento e Segurança Hídrica: Por que o setor de saneamento básico deve ser corresponsável pela proteção dos mananciais**. IDS, 2021. 18 p. Disponível em:<https://segurancahidrica.idsbrasil.org/wp-content/uploads/2021/08/WEB-RELAT%C3%93RIO-3.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2023.

IFPB; PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA RITA. Diagnóstico da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri. **Relatório de diagnóstico ambiental**. Santa Rita, 2018.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Manual de observações meteorológicas**. Disponível em<:https://portal.inmet.gov.br/manual/manual-de-observa%C3%A7%C3%B5es- meteorol%C3%B3gicas>. Acesso em: 07 de fev. 2024.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **O que é Zona de Convergência do Atlântico Sul? Entenda agora**. Disponível em <: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Manual de observações meteorológicas. Disponível em <:https://portal.inmet.gov.br/manual/manual-de- observa%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas>. Acesso em: 12 de ago. 2024.

LEMOS NETO, J. A. A. **Análise dos impactos das mudanças a serem implementadas pelo novo marco regulatório do setor de saneamento básico do Brasil**. 2021. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil da Universidade) - Universidade Federal De Goiás, Goiânia. 2021.

LIMA, B. P. **Enquadramento de corpos d'água no nordeste brasileiro como instrumento de gestão e sustentabilidade ambiental: o caso da bacia hidrográfica Acarape do Meio – CE**. 2016. 272 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Ciências Agrarias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MACHADO, E. S.; KNAPIK, H. G.; BITENCOURT, C. C. A. Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES**. Rio de Janeiro, v.24, n.2, p. 261-269, mar./abr. 2019.

MAGALHÃES, L. T. S. Caracterização geo-pedológica das áreas de nascentes na bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 169-181, 2012.

MARION, C.V. **A questão ambiental e suas problemáticas atuais: Uma visão sistêmica da crise ambiental**. In: Anais do 2º Congresso Internacional de Direito e

Contemporaneidade: mídias e direitos da sociedade em rede, 2., 2013. Anais... Santa Maria, 2013. p. 657-669.

MARENGO, J. A. et al. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**. São Paulo, n. 106, p. 31-44, jul./ago./set. 2015.

MARQUES, D, H. F.; CANÇADO, C. J.; SOUZA, P. C. **Reflexões sobre o novo marco regulatório do saneamento básico: possíveis impactos no planejamento de**
**Minas Gerais**. Disponível em:<https://repositorio.fjp.mg.gov.br/server/api/core/bitstreams/c7165d98-dda9-44e3- 8705-fdd7c5db5964/content>. Acesso em: 06 de junho de 2024.

MARQUES, J. R. et al. Influência pluviométrica na qualidade da água: os mananciais da bacia de Poços de Caldas, Brasil. **Sigmae**, Alfenas, v.10, n.2, p. 67-83, 2021.

MARTINS, M. E. G. Coeficiente de correlação amostral. **Revista de Ciência Elementar**, Porto, v. 2, n. 2, p. 2, jun. 2014.

MELLO, F. A.; OLIVO, A. M. Recursos hídricos: poluição, escassez, qualidade microbiológica e química da água. **Colloquium Vitae**, vol. 8, n. Especial, pág. 36-42, jul/dez. 2016.

MENDES, L. S.; FERREIRA, I. M. Influência da sazonalidade na qualidade da água bruta no município de Ituiutaba – MG. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 10. n.9. p. 97- 105, dez. 2014.

MENDONÇA, F.; SANTOS, L. J. C. Gestão da água e dos recursos hídricos no brasil: avanços e desafios a partir das bacias hidrográficas – uma abordagem geográfica. **Geografia**, Rio Claro, v. 31, n. 1, p. 103-117, jan./abr. 2006.

MINISTÉRIO PÚBLICO DA PARAÍBA -MPPB. **Audiência e viabiliza força-tarefa para**
**conter exploração irregular do Rio Tibiri**. Disponível em:https://www.mppb.mp.br/index.php/pt/comunicacao/noticias/17-meio-ambiente/21220-mppb-faz-audiencia-e-viabiliza-forca-tarefa-para- enfrentar-poluicao-e-exploracao-irregular-do-rio-tibiri. Acesso em: 04 de abr. 2023.

MIRANDA, G. M. Potencial da Gestão Municipal de Recursos Hídricos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, SP. **Geografia (Londrina)**, Londrina, v.24, n. 1, p. 05 – 17, jan./jun. 2015.

MORAIS, P. A. **Poluição hídrica no contexto brasileiro: uma análise de produções da**
**revista química nova na escola**. 2022. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis. 2022.

MOREIRA, I. S.; RUWER, L. M. E. Crise ambiental e crise sanitária no Brasil. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, v. 14, n. 32, 2021.

NETTO, J. P. S. Panorama da gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 241-258, jun. 2022.

OLIVEIRA, B. S. S.; CUNHA, A. C. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. **Revista Ambient. Água**, Taubaté, v. 9 n. 2, Taubaté - abr./jun. 2014.

PASSOS, P. N. C. A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia**, Curitiba, v.6, n.6, jul./dez. 2009.

PENEDO, P. H. S. Relação entre precipitação e turbidez em cursos d'água no Espírito Santo. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 24, n. 91, fev. p. 132-152, 2023.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C. Meio Ambiente, Impacto Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Conceituações Teóricas sobre o Despertar da Consciência Ambiental. REUNIR – **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, Campina Grande, v. 2, n. 4, p.35-57, set./dez. 2012.

POTT, C, M.; ESTRELA, C.C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Scientific Electronic Library**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 271-283, jan./abr. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA RITA. **Criação de unidade e conservação: Estudo prévio para implantação da área de proteção ambiental do Rio Tibiri**. Santa Rita: Prefeitura municipal de Santa Rita, 2023. Cartilha. Disponível em:<https://www.santarita.pb.gov.br/wp- content/uploads/2023/03/CARTILHA-RIO-TIBIRI.pdf>. Acessado em 21 de abr. 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA RITA. **Estudo sobre condições ambientais do Rio Tibiri**. Disponível em:<https://santarita.pb.gov.br/prefeitura-e-ifpb-realizam-estudo-sobre-condicoes- ambientais-do-rio-tibiri/>. Acessado em: 25 de jan. de 2023.

RIBEIRO, S. O. **Bioestatística**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2009. Disponível em: <https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalago/09222427022012Bioestatistica_Aula_10.pdf>. Acessado em: 07 de jan. 2024.

RODRIGUES, S. C. M. et al. Os recursos naturais no processo de desenvolvimento econômico capitalista: uma breve reflexão. **SEMIOSES: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, out./dez. 2019.

SACRAMENTO, D. L. P. **Utilização de ferramentas de gestão ambiental para a melhoria da qualidade do rio Cubatão (Santa Catarina**). 2015. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em engenh aria sanitária e ambiental) - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

SANTOS, L. C. A. et al. **A gestão de recursos hídricos no estado da paraíba: uma análise histórica do processo de descentralização**.
In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO. 2, Campina Grande, 2017. Anais... Campina Grande: Realize Eventos Científicos & Editora, 2017. 6 p.

SANTOS, M. D. **O papel dos municípios na gestão de recursos hídricos: estudo de caso sobre o município de Rio Acima/MG**. 2013. 42 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos) - Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte. 2013.

SILVA, A. L.; PEREIRA, N. F.; MORAIS, S. A. **Avaliação da vulnerabilidade ambiental à susceptibilida de erosiva no alto curso da Sub-bacia do Rio Tibiri, Santa Rita – PB**. In: XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 15.,2020, Caruaru. Anais [...]. Caruaru: ABRHidro, 2020.

SILVA, D. C. et al. Gestão de recursos hídricos no Brasil e interdisciplinaridade: Uma reflexão em torno de apontamentos contemporâneos desta relação. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n .1, p 4. 2017.

SILVA, E. V. **Caverna dos índios: importante patrimônio natural no município de Santa Rita-PB**. 2008. 42 f. Monografia (Curso de Geografia), Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

SILVA, F. A. **Degradação do Rio Paraíba: um estudo de caso de extração irregular de areia no seu leito no Vale do Paraíba**. 2014. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura de Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Itabaiana. 2014.

SILVA, J. B. et al. A crise hídrica global e as propostas do Banco Mundial e da ONU para seu enfrentamento. **Crono**, Rio Grande do Norte, V. 11, n. 2, p. 120-140, 2010.

SILVA, J. C. M. **Estudo comparativo da qualidade da água dos reservatórios fluviais de marés e Gramame-Mamuaba na Paraíba**. 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) — Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SILVA, L. M.T. Nas margens do Rio Paraíba do norte. **Cadernos do LOGEPA**, Paraíba, v. 2, n. 2, p. 74- 80, 2003.

Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidores – SELAP. **DZ 201 Classificação das águas interiores do estado**. Paraíba: SUDEMA, 1988. Disponível em: < http://www.aesa.pb.gov.br/assets/uploads/2024/10/DZS_02.pdf>. Acesso em 12 dez. de 2022.

SOUZA, M. D. P.; MOURA, N. T. A omissão do Estado na crise hídrica**. Revista de Estudos Jurídicos UNESP**, Franca, v. 19, n. 30, p. 1-30, 2017.

SOUZA, M. E. T. A. **Proposição de um índice de qualidade da água bruta afluente a estações convencionais de tratamento de água**. 2008. 117 f. Dissertação (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2008.

STORI, N.; MARANHÃO, R. A**. Uma leitura (geo) gráfica do sertão nas obras de Cândido Portinari**. In: Congresso Nacional da diversidade do Semiárido – CONADIS, 2018, Campina Grande. Anais [...] Campina Grande: Realize Editora,

2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/50880>. Acesso em: 10 de ago. de 2024.

SUDEMA – **Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Caracterização climatológica na região do município de Santa Rita – PB**. Disponível em:<https://sudema.pb.gov.br/consultas/download s/arquivos-eia-rima/termopower-vi/anexos/9-caract-climat.pdf>. Acesso em: 02 de fev. 2024.

THE NATURE CONSERVANCY BRASIL. **Coalizão Cidades pela água.** Disponível em:< https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/Relatorio-5anos_final.pdf>. Acesso em 07 de mai. 2024.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: Problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, jul. 2008.

VIEIRA, Z. M. C. L; RIBEIRO, M. M. R. **A gestão de recursos hídricos no estado da Paraíba: Aspectos legais e institucionais**. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/2f40765920d7ff480eb81ac66048ac26_5abf7a4cd675667dd9114401 c24727e7.pdf>. Acesso em 21 de fev. 2024.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência, Florianópolis**, n. 67, p. 165-198, dez. 2013.

WWF – BRASIL. **Nascentes do Brasil Estratégias para a Proteção de Cabeceiras em Bacias Hidrográficas**. São Paulo: WWF – BRASIL, 2007.

WWF – BRASIL. **Tendência de redução da superfície de água é observada em 8 das 12 regiões hidrográficas e em todos os biomas do Brasil**. Disponível em:<https://www.wwf.org.br/?79608/brasil- perde-15-porcento-de-superficie-de-agua-desde-o-comeco-dos-anos-1990>. Acesso em: 30 de jan. 2023.

WWF – Brasil. **Cadernos de Educação Ambiental Água para Vida, Água para Todos: Livro das Águas**. Brasília: WWF-Brasil, 2006. 72 p.

ZILLI, S. C. **Detecção e degradação fotoquímica de acrilamida residual em água para consumo**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Centro de Tecnologia, Rio Grande do Sul. 2015.

Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido

# RELATÓRIO TÉCNICO

## MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA SUB - BACIA DO RIO TIBIRI E ÁGUA POTÁVEL DO MUNICÍPIO DE SANTA RITA - PB

Sumé – PB
2025

CAPES ANA ProfÁgua Universidade Federal de Campina Grande

Universidade Federal de Campina Grande

Mestrado Profissional em Rede Nacional em
Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

# PROFÁGUA

# RELATÓRIO TÉCNICO

**George Gérson Araújo da Silva**

Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

**Orientador: Dr. Paulo da Costa Medeiros**

Docente na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutor em Recursos Naturais. Atua no Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua). Possui experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Hidráulica. Desenvolve pesquisas e orientações nos seguintes temas: transformada wavelet contínua, hidrograma e gestão de recursos hídricos.

Sumé – PB
2025

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Monitoramento pluviométrico do município de Santa Rita em 2023 ..... 11
Figura 2 - Coloração da água da SUBH - RT em dias de chuvas e estiagem..... 12
Figura 3 - Monitoramento mensal da cor aparente da SUBH - RT ..... 12
Figura 4 - Monitoramento mensal da turbidez da SUBH - RT..... 12
Figura 5 - Monitoramento mensal do pH SUBH - RT ..... 12
Figura 6 - Médias da pluviometria e da cor aparente da SUBH - RT ..... 13
Figura 7 - Médias pluviometria e da turbidez da SUBH - RT ..... 13
Figura 8 - Médias da pluviometria e do pH da SUBH - RT ..... 13

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Monitoramento da SUBH - RT ..... 10
Tabela 2 - Estações do ano ..... 11
Tabela 3 - Coeficiente de correlação de pearson (r) entre a pluviometria e os parâmetros de cor, turbidez e pH da SUBH - RT ..... 14

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO ..... 7
2. SUSCEPTIBILIDADE DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIBIRI ..... 8
3. COLETA DOS DADOS ..... 10
4. RESULTADOS ..... 12
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 15
REFERÊNCIAS ..... 16

## 1. INTRODUÇÃO

Os efeitos negativos voltados aos recursos hídricos são perceptíveis através da poluição e da quantidade disponível, por isso é importante trabalhar agora e proporcionar um futuro em que a água potável seja um bem disponível para todos (WOLKMER; PIMMEL, 2013). A insuficiência de água restringe o crescimento de uma nação, isso faz com que fortaleça a justificativa para possíveis enfrentamentos, conforme afirma Cirilo (2015):

> A constatação de que a escassez é um limitador ao desenvolvimento sinaliza para a hipótese de que a água pode vir a ser motivo de sérios confrontos futuros em pelo menos cinco regiões do mundo. A Organização das Nações Unidas sugere que há cerca de 300 conflitos potenciais severos associados à questão hídrica, porque mais de 2 bilhões de pessoas no mundo carecem de acesso a água potável. As tensões são mais graves nos países em desenvolvimento, onde os recursos hídricos disponíveis são mais poluídos e desperdiçados. Nas disputas por água, os mais pobres serão sempre os mais vulneráveis.

Encarar a escassez e assegurar uma água com qualidade e quantidade para suprir a necessidade, porém, com o aumento da população mundial, é um enorme desafio para o nosso século. Dentre as maiores complicações estão em obter meios eficientes para conservar, usufruir e proteger os recursos hídricos da poluição. Existem outros problemas atrelados à água que são recorrentes à sua pouca disponibilidade comprometida, como, por exemplo, a produção de alimentos é comprometida se esse recurso estiver em má qualidade, proporcionando o aumento de doenças, tensões políticas e sociais (CASTRO, 2022).

A Lei das águas nº 9.433 criada em 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, proporcionando maior alcance ao código das águas criado em 1934, além de caracterizar como um início de uma virada nos conceitos relacionados as propriedades da água (BRAISL, 1997; ANA, 2022).

A Lei 9.433/97 proporcionou uma maior amplitude por definir como fundamento o respeito aos usos múltiplos dos recursos hídricos e favorecer de forma prioritária o abastecimento humano e a dessedentação animal em casos de escassez, ofertando outro passo de grande notabilidade, fazendo com que a gestão das águas atue de forma democrática (ANA, 2022).

Depois de discernir os fundamentos, objetivos e diretrizes a Lei nº 9.433/1997 se dedica em atingir a gestão dos recursos hídricos através dos instrumentos descritos em sua composição, são eles: planos de recursos hídricos; enquadramento dos corpos de águas em classes, conforme os usos preponderantes da água; outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos; cobrança por esse uso; e o sistema de informações sobre recursos hídricos (BRASÍLIA, 2015).

Para delimitação de uma área de atividades com enfoque na determinação de medidas para o monitoramento da poluição, destaca-se o enquadramento dos corpos d´água como o principal instrumento de planejamento (ESPÍRITO SANTO, 2019).

De acordo com a ANA (2023), o enquadramento é mais do que simplesmente classificar, ele deve ser observado como uma ferramenta de planejamento, devendo adotar como alicerce os níveis de qualidade que deveriam ter ou ser conservados para atender às necessidades postas pela sociedade e não somente a condição que o corpo d'água em questão se encontra atualmente. O enquadramento procura assegurar a qualidade das águas ajustada com os usos mais exigentes a que forem propostas e diminuir os custos de combate à poluição dos recursos hídricos, por meio de atuações preventivas permanentes.

O Estado da Paraíba que no ano de 1988 enquadrou somente rios e riachos, tomando como referência a resolução CONAMA nº 20 de 1986. Logo, é perceptível que a aplicação do enquadramento necessita ser executada de forma fundamentada com a resolução vigente (LIMA, 2016).

De acordo com Silva (2018), toda essa legislação do SELAP, que foi criada pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA estruturada pela Resolução do CONAMA n° 20 de 18 de junho de 1986, voltada para o enquadramento dos corpos hídricos do Estado da Paraíba deve ser atualizada, conforme a classificação da nova resolução (CONAMA n° 357/05), para que assim seja possível alcançar uma utilização relevante, com definições de metas que gradativamente possibilitem a recuperação dos ambientes degradados.

## 2. SUSCEPTIBILIDADE DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIBIRI

Avaliando a situação da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Tibiri - SUBH – RT da

jusante até o ponto de captação da concessionária (ÁGUAS DO NORDESTE - ANE), foram observados diversos impactos ambientais, como carência de mata ciliar em vários espaços do seu curso, barramentos para captação de água (para irrigação) e barramentos (recreação), areeiros, esgotos clandestinos, criação de animais às margens, escoamento de lixiviados (IFPB; SANTA RITA, 2018).

No ano de 2020, foi realizado um estudo de avaliação da vulnerabilidade ambiental à susceptibilidade erosiva no alto curso da SUBH - RT, nesse estudo, os autores fizeram um alerta sobre a pressão antrópica exercida pelo processo de mineração, demonstrando grande preocupação para os próximos anos, se porventura medidas mitigatórias não fossem adotadas (SILVA; PEREIRA; MORAIS, 2020).

> Essa atividade apresentou a maior expansão territorial com alto nível de vulnerabilidade aos processos erosivos no local de estudo, embora, seja esperado a manutenção dessa tendência de crescimento para os próximos anos, devido ao direito minério concedido na região. Tais resultados são preocupantes e requerem uma tomada de decisão para a proteção do remanescente de vegetação nativa e por consequência a preservação de toda região das principais nascentes situadas no Alto Curso do Rio Tibiri (SILVA; PEREIRA; MORAIS, 2020).

A elevação do processo erosivo na cabeceira do rio é capaz de comprometer a quantidade e qualidade das águas que chegam na estação de tratamento que distribui água potável para aproximadamente 90% dos bairros da cidade, tal situação possui o potencial de ocasionar atribulações como, dificuldades no tratamento e deficiência no fornecimento de água por horas ou dias, em caso mais extremo colapsar o fornecimento hídrico do município (SILVA; PEREIRA; MORAIS, 2020).

A água proveniente da SUBH - RT está enquadrada como classe 2 (SELAP, 1988), porém sofre alterações significativas em períodos chuvosos, onde parâmetros como, cor e turbidez acabam alcançando concentrações consideravelmente elevadas. De acordo com a ANE (2023), após o tratamento a água possui todas as características determinadas para potabilidade, independentemente da qualidade da água que entra no tratamento.

## 3. COLETA DOS DADOS

Diariamente na Estação de Tratamento de Água – ETA do município de Santa Rita, foi acompanhado a pluviometria e realizado o monitoramento dos parâmetros, cor aparente, turbidez e pH da SUBH-RT no ano de 2023, essas informações, possibilitou verificar a influência do volume das chuvas sobre as propriedades físico-químicas monitoradas. Vale ressaltar que qualquer mudança visível que ocorra na qualidade da água bruta será detectada na ETA. A estação de tratamento é do tipo convencional, englobando todas as etapas (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção) necessárias para um tratamento completo.

De acordo com Guimarães; Carvalho e Silva (2007), pH, cor e turbidez são:

> **pH:** O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio H4+ (em escala anti-logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água.
> **Cor:** Responsável pela coloração da água, porém deve-se distinguir a cor aparente da cor verdadeira. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devida à turbidez da água. Quando esta é removida por centrifugação, obtém-se a cor verdadeira.
> **Turbide**z: representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma

Os parâmetros utilizados para analisar a influência das chuvas sobre a qualidade da água bruta (cor aparente, pH e turbidez), são parâmetros cruciais para o processo de tratamento da água, pois através de suas referências é que são dosados os reagentes químicos para tratar a água (ALMEIDA; SILVA; PAULA, 2017). O monitoramento dos parâmetros físico-químicos ocorreu conforme é demonstrado na Tabela 1, seguindo todos os requisitos estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

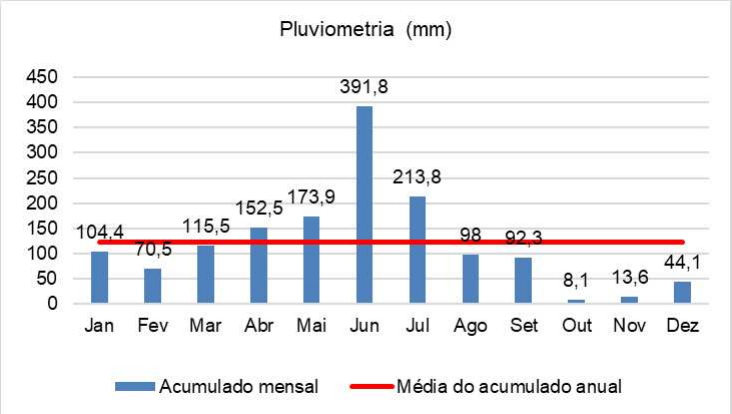
Tabela 1 - Monitoramento da SUBH - RT.

| Análise | Método | Frequência | Amostras |
|---|---|---|---|
| Turbidez | Nefelométrico | A cada 2 horas | SUBH - RT |
| Cor | Colorimétrico | A cada 2 horas | SUBH - RT |
| pH | pHmetro | A cada 2 horas | SUBH - RT |

**Fonte:** Adaptado da Portaria GM/MS nº 888/ 2021.

Na Figura 1 apresenta-se o acumulado mensal pluviométrico do município deSanta Rita, conforme pode-se observar, os meses de junho e julho foram os que obtiveram o maior acúmulo de chuvas. Vale ressaltar que, os meses em que obtiveram os maiores níveis pluviométricos são os que compreendem o período do inverno (SUDEMA, 2012), conforme apresentado na Tabela 2.

Figura 1 - Monitoramento pluviométrico do município de Santa Rita em 2023.




**Fonte:** Adaptado dos registros da ANE (2023).

Tabela 2 - Estações do ano.

| Estações | Meses |
|---|---|
| Outono | Março |
| Inverno | Junho |
| Primavera | Setembro |
| Verão | Dezembro |

**Fonte:** INMET (2024).

Com o propósito de demonstrar visualmente o aspecto que a água bruta adquire em períodos de chuvas e estiagem, foram registradas imagens da entrada da água na estação de tratamento. Na Figura 2 são observadas três imagens de águas captadas do mesmo local, porém com características físico-químicas distintas.

A Figura 2.1, representa uma coloração natural dos períodos de estiagem, a Figura 2.2, demonstra uma água com um alto índice de turbidez e consequente elevação da cor aparente, adquirindo esse aspecto no ápice das chuvas, a Figura 2.3 tem caraterística de uma água que reduziu significativamente a turbidez, porém a cor permaneceu elevada, esse aspecto ocorre normalmente horas depois do encerramento das chuvas.

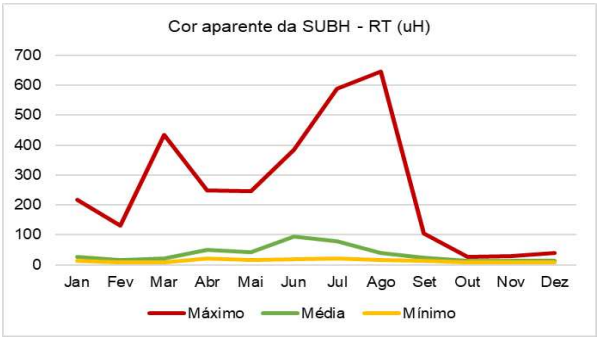
Figura 2 - Coloração da água da SUBH - RT em dias de chuvas e estiagem.




## 4. RESULTADOS

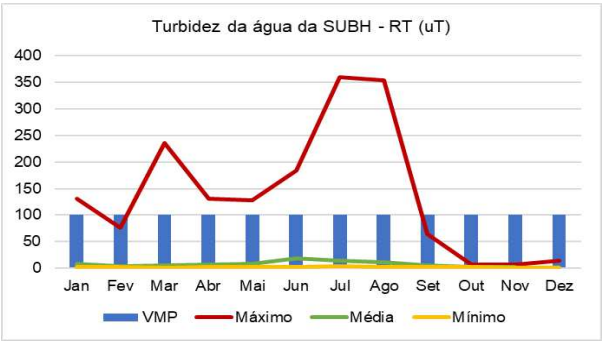
O monitoramento dos parâmetros apresentou um comportamento similar entre a cor aparente e a turbidez, ambos apresentaram uma elevação significativa nos meses em que ocorreram os maiores volumes pluviométricos (Figuras 3 e 4), porém o pH não seguiu esse comportamento (Figura 5).

Figura 3 - Monitoramento mensal da cor aparente da SUBH - RT.



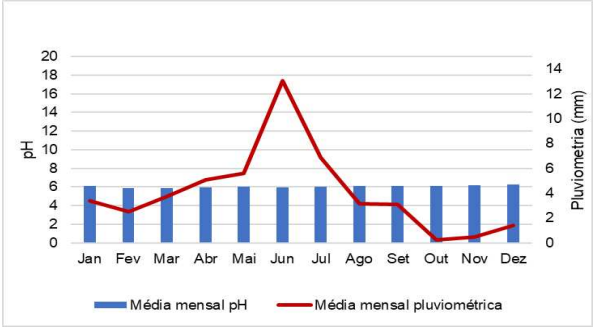

**Fonte**: Adaptado dos registros da ANE (2023).

Figura 4 - Monitoramento mensal da turbidez da SUBH - RT.




**Fonte**: Adaptado dos registros da ANE (2023).

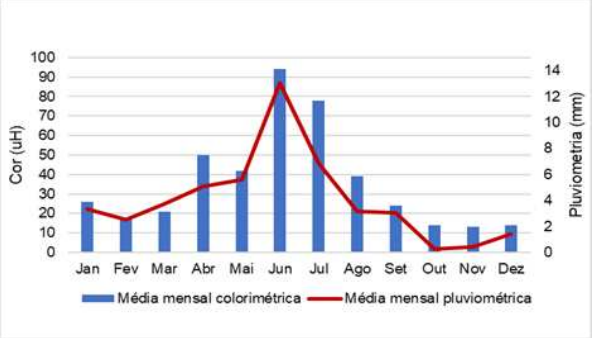
Figura 5 - Monitoramento mensal do pH SUBH - RT.




**Fonte**: Adaptado dos registros da ANE (2023).

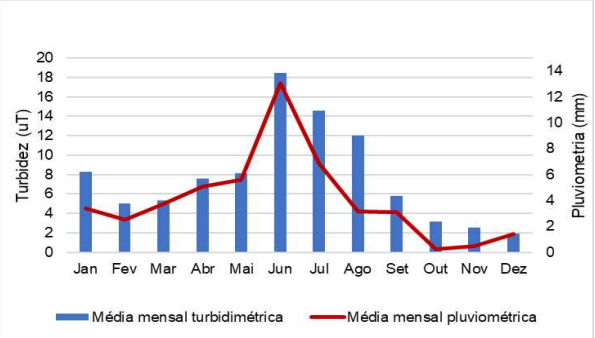
Confrontando os resultados obtidos para a água bruta, juntamente com a pluviometria, comprova uma relação direta entre o aumento das chuvas e o crescimento dos valores dos parâmetros de cor aparente e turbidez (Figuras 6 e 7), a mesma situação não ocorreu com o pH, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 6 - Médias da pluviometria e da cor aparente da SUBH - RT.



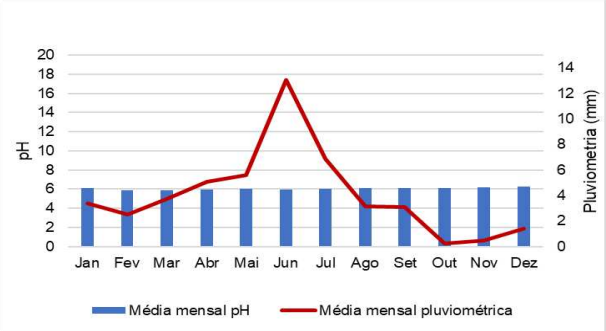

**Fonte**: Adaptado dos registros da ANE (2023).

Figura 7 - Médias pluviometria e da turbidez da SUBH - RT.




**Fonte**: Adaptado dos registros da ANE (2023).

Figura 8 - Médias da pluviometria e do pH da SUBH - RT.




**Fonte**: Adaptado dos registros da ANE (2023).

Para analisar o nível de relação entre os parâmetros monitorados, os resultados obtidos foram submetidos ao coeficiente de correlação linear, que determina o grau de codependência entre as variáveis independente e dependente. Com o auxílio do software BioEstat® e planilha eletrônica, aplicou-se a análise do coeficiente de correlação de Pearson, com o propósito de demonstrar o quão forte é o grau de associação entre as variáveis (SILVA et al., 2017).

Conforme Ayres et al. (2007), a intensidade da correlação de Pearson está associada aos valores numéricos de r, conforme descrito abaixo:

- Quanto mais o valor de r se aproximar de + 1 ou - 1, maior é a correlação

entre as variáveis;

- Quanto mais o valor de r se aproximar de 0, menor será a correlação.

Tabela 3 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a pluviometria e os parâmetros de cor, turbidez e pH da SUBH - RT.

| Parâmetros | Cor | Turbidez | pH |
|---|---|---|---|
| r (Pearson) | 0,9335 | 0,8884 | -0,5496 |
| Intensidade | Muito Forte | Muito Forte | Regular ou moderada |

## RECOMENDAÇÕES

Analisando os resultados obtidos e as informações bibliográficas a respeito da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri, foram desenvolvidas algumas recomendações que objetivam contribuir com a preservação desse corpo hídrico, como:

- Revitalizar toda a área pertinente ao areeiro desativado e demais locais a fetados por ações externas.
- Implementar programas que fortaleçam a conscientização ambiental da população, descentralizando a responsabilidade dos cuidados com a sub-bacia.
- Expor para a população de forma transparente a atual situação da sub-bacia e alertar o que pode acontecer se a situação permanecer.
- Manter e fortalecer todos os estudos voltados para a preservação da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Tibiri.
- Levar o assunto de forma constante para as reuniões do comitê de bacia do qual o rio faz parte.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados obtidos, ficou constatado que as chuvas contribuíram com a perda da qualidade da água bruta, porém essa situação não está atrelada exclusivamente pela ocorrência das chuvas, os fatores antrópicos observados foram pontos que colaboraram de forma crucial para esse efeito.

O registro histórico apresentado concedeu informações importantes relacionadas a descrição físico-química da água do Rio Tibiri em diferentes épocas do ano, vale ressaltar que é crucial combater todos os fatores antrópicos que implicam na redução da qualidade da água do rio.

Portanto, conscientizar a população sobre a preservação da sub-bacia e cobrar dos gestores públicos a aplicação das leis vigentes são pontos cruciais para preservar o aspecto natural do rio.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C.; SILVA, M. M; PAULA, M. Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água em relação à turbidez, cor e pH da água. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA).** Bahia, v. 5, n. 1, p. 25-40, 2017.

ANA – **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Enquadramento dos corpos de água em classes**. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de- recursos-hidricos/enquadramento-dos-corpos-de-agua-em-classes. Acesso em 5 de fev. de 2023.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Planos de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, 2022.

ANA – **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Comitês de Bacia Hidrográfica**. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-do- singreh/comites-de-bacia-hidrografica. Acesso em: 8 de março de 2023.

ANE – **Águas do Nordeste. Análises de controle da água bruta e tratada da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri**. Santa Rita – PB, 2023.

AYRES, M.; AYRES, J. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biomédicas**. 4.ed. Belém: Bioestat, 2007. 364 p.

BRASIL. **Lei nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos** [...]. Brasília, 8 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 4 de mar. 2023.

BRASÍLIA. **Instrumentos de gestão das águas. Centro de Estudos e Debates Estratégicos**. Relatório. Congresso Nacional, 2015.

CASTRO, C. N. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Janeiro: Ipea, 2022. 281 p.

CIRILO, J. A. Crise hídrica: desafios e superação**. Revista USP**. São Paulo, n. 106, p. 45-58, jul./ago./set. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais** [...]. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em 5 de mai. 2023.

ESPÍRITO SANTO – Governo do Estado. **Definição do Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana**. Vitória: Governo do Estado do Espírito Santo, 2019.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento básico**. Disponível em:http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201. pdf. Acesso em: 25 de mar. 2024.

IFPB; PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA RITA. **Diagnóstico da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Tibiri**. Relatório de diagnóstico ambiental. Santa Rita, 2018.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia**. Manual de observações meteorológicas**. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/manual/manual-de-observacoes-meteorologicas. Acesso em: 07 de fev. 2024.

LIMA, B. P. **Enquadramento de corpos d'água no nordeste brasileiro como instrumento de gestão e sustentabilidade ambiental: o caso da bacia hidrográfica Acarape do Meio – CE**. 2016. 272 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SELAP – Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba. **Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986**. João Pessoa: SUDEMA, 1988.

SILVA, A. L.; PEREIRA, N. F.; MORAIS, S. A. **Avaliação da vulnerabilidade ambiental à susceptibilidade erosiva no alto curso da Sub-bacia do Rio Tibiri, Santa Rita – PB**. In: XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 15., 2020, Caruaru. Anais [...]. Caruaru: ABRHidro, 2020.

SILVA, D. C. et al. Gestão de recursos hídricos no Brasil e interdisciplinaridade: Uma reflexão em torno de apontamentos contemporâneos desta relação. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 1, p. 4, 2017.

SUDEMA – **Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Caracterização climatológica na região do município de Santa Rita – PB**. Disponível em: https://sudema.pb.gov.br/consultas/downloads/arquivos-eia-rima/termopower-vi/anexos/9-caract- climat.pdf. Acesso em: 02 de fev. 2024.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência**, Florianópolis, n. 67, p. 165-198, dez. 2013.