

BOLETIM TÉCNICO



DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CACHOEIRA
NO TRECHO ITABUNA-ILHÉUS

V. 1, N. 2, Jul./Ago.2024



eats
Editora da UESC

BOLETIM TÉCNICO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CACHOEIRA NO TRECHO ITABUNA-ILHÉUS



GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

Jerônimo Rodrigues – Governador

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

Alessandro Fernandes de Santana – Reitor

Maurício Santana Moreau – Vice-Reitor

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

Marcia Morel – Pró-Reitora

Ludmila Scarano Barros Coimbra – Gerente Acadêmica

PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

Cristiano de Sant'Anna Bahia – Pró-Reitor

Luiz Augusto Grimaldi Sampaio – Gerente de Extensão

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Fernanda Amato Gaiotto – Pró-Reitora

Francisco Bruno Souza Oliveira – Gerente de Pesquisa

Eliana Cazetta - Gerente de Pós-Graduação

EDITUS – Editora da UESC

Rita Virginia Alves Santos Argollo – Diretora

Sabrina Nascimento - Gerência de Produção

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E COMPUTAÇÃO

Aprigio Augusto Lopes Bezerra - Diretor

Elizama Aguiar de Oliveira - Vice-Diretora

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

George Rêgo Albuquerque - Diretor

Luis Carlos Cirilo Carvalho - Vice-Diretor

LABORATÓRIO DE ÁGUAS E EFLUENTES

Mauro de Paula Moreira – Coordenador

LABORATÓRIO DE ESTATÍSTICA COMPUTACIONAL

Ivan Bezerra Allaman – Coordenador

LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO

Manoel Camilo Moleiro Cabrera – Coordenador

Adriana Ramos Mendes - Coordenadora

BOLETIM TÉCNICO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CACHOEIRA NO TRECHO ITABUNA-ILHÉUS

Mauro de Paula Moreira - Coordenador

2024 by Boletim técnico de qualidade da água do rio Cachoeira no trecho Itabuna-Ilhéus



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição - Não Comercial Compartilhamento pela mesma licença 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>. É autorizada a reprodução e divulgação parcial ou total desta obra, desde que siga rigorosamente os termos da licença.

CAPA

Álvaro Coelho

DIAGRAMAÇÃO

João Gabriel de Moraes Pinheiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B688	<p>Boletim técnico de qualidade da água do Rio Cachoeira no trecho Itabuna - Ilhéus / Universidade Estadual de Santa Cruz, Laboratório de Águas e Efluentes. v. 1, n. 2 (2024 -). – Ilhéus, BA: Editus, 2024.</p> <p>1 recurso online: il.</p> <p>Publicação trimestral. e-ISSN:</p> <p>1. Água – Qualidade – Itabuna (BA). 2. Água – Qualidade – Ilhéus (BA). 3. Água – Análise. 4. Rios – Cachoeira, Rio (BA). I. Universidade Estadual de Santa Cruz. Laboratório de Águas e Efluentes.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628.1</p>
------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Elaborado por Quele Pinheiro Valença CRB 5/1533

EDITUS - EDITORA DA UESC

Universidade Estadual de Santa Cruz
Rodovia Jorge Amado, km 16 - 45662-900 - Ilhéus, Bahia, Brasil
Tel.: (73) 3680-5170
www.uesc.br/editora
contatoeditus@uesc.br

APRESENTAÇÃO

O Boletim Técnico de Qualidade da Água do Rio Cachoeira no trecho Itabuna-Ilhéus é um projeto de extensão do Departamento de Engenharias e Computação (DEC) da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC. Nesse trecho, uma parte da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC) está localizada nas áreas urbanas de ambos os municípios. Dessa forma, há o lançamento de esgoto doméstico e efluentes industriais in natura diretamente no rio. Aliado ao desmatamento e à poluição desse manancial, tem-se como consequência a baixa qualidade da água, o que expõe a população residente nesses municípios a doenças de veiculação hídrica.

De acordo com os dados do Sistema de Internação Hospitalar (SIH) do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), em Itabuna, no período de 2012 a 2022, 1.992 pessoas foram internadas devido a doenças de veiculação hídrica, sendo que crianças na faixa etária de 1 a 9 anos foram as mais acometidas pelas internações (n= 1.123). Em Ilhéus, segundo os dados do SIH, no mesmo período, 1.739 pessoas foram internadas, sendo também as crianças de 1 a 9 anos as mais acometidas pelas internações por doenças oriundas da água (n= 463).

Dessa forma, este projeto tem como objetivo principal atuar na coleta e análise de amostras de água do Rio Cachoeira, a fim de avaliar os nove parâmetros que compõem o Índice de Qualidade das Águas (IQA), e posteriormente apresentar esses dados em forma de um boletim técnico com periodicidade trimestral. A publicação inédita do boletim visa explicitar a situação do Rio Cachoeira nesses dois municípios e informar a população residente a respeito da qualidade da água.

Além disso, os boletins visam o planejamento, uma vez que subsidiam as gestões municipais e a comunidade acadêmica com dados relevantes para a implementação de políticas públicas e ações de conservação e recuperação desse rio. Portanto, o conhecimento da qualidade da água do rio é necessário para traçar cenários futuros, principalmente diante da demanda crescente por água.

AUTORES

João Gabriel de Moraes Pinheiro

Graduando de Bacharelado em Geografia, lotado no Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Discente bolsista do Observatório de Saúde do Adolescente no Núcleo Jovem Bom de Vida, do Departamento de Ciências da Saúde. Extensionista do projeto Cidade Imaginada... Cidade Possível! e colaborador do projeto Boletins técnicos de qualidade da água do rio Cachoeira no trecho Itabuna-Ilhéus, ambos do Departamento de Engenharias e Computação da UESC. E-mail: jgmpinheiro.bge@uesc.br.

Mauro de Paula Moreira

Engenheiro Químico. Mestre e Doutor em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor Pleno do Departamento de Engenharias e Computação da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Coordenador do projeto de extensão: Boletins técnicos de qualidade da água do rio Cachoeira no trecho Itabuna-Ilhéus. Possui experiência na área de Tratamento de Águas Residuárias, atuando principalmente nos seguintes temas: lodo ativado, reator batelada sequencial, biodegradação, nitrificação/desnitrificação e tratamento biológico. E-mail: mpmoreira@uesc.br.

Ivan Bezerra Allaman

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestrado e doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras. Durante o doutorado em Zootecnia cursou diversas disciplinas no Departamento de Estatística, o que foi preponderante na decisão de atuação da área científica em estatística. Tem experiência na área de Zootecnia e Estatística, trabalhando atualmente com desenvolvimento de pacotes para o software R, estatística experimental e modelos não-lineares. E-mail: iballaman@uesc.br.

Manoel Camilo Moleiro Cabrera

Engenheiro Ambiental. Mestrado e Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo. Atualmente é professor Adjunto da Universidade Estadual de Santa Cruz, coordenador do colegiado de engenharia civil e membro da Câmara de Pesquisa e Pós Graduação. Atua como professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (UESC-UFSB). Realiza pesquisa na área de Recursos Hídricos, atuando principalmente nos seguintes temas: águas superficiais e subterrâneas, hidrologia, hidráulica, redes de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, drenagem urbana, engenharia costeira, evapotranspiração e mudanças climáticas. E-mail: mcmcabrera@uesc.br.

Marcelo Hemkemeier

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade do Sul de Santa Catarina, mestrado e Doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas. Foi professor da Universidade de Passo Fundo (UPF) até 01/2024, onde atuou nos Programas de Pós Graduação em Projetos e Processos de Fabricação (Profissional) e Ciência e Tecnologia de Alimentos (Acadêmico). Atualmente é sócio Diretor da empresa Reseta Reuse Technology, uma startup com foco em desenvolvimento e construção de sistemas de nanofiltração e osmose para o reúso de águas e efluentes. É consultor de empresas na área ambiental desde 2003. Tem experiência na área de tratamento de efluentes, com ênfase em Estudos e Caracterização de Efluentes Industriais, atuando principalmente nos seguintes temas: tratamento eletrolítico, efluente de agroindústrias e indústrias metalomecânicas, assim como em reúso de águas e efluentes. E-mail: marceloh@upf.br.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1 Características da área	12
2.2 Coleta das amostras de água.....	18
2.3 Caracterização meteorológica.....	22
2.4 Índice de Qualidades das Águas (IQA).....	26
2.5 Cálculo da saturação de oxigênio	30
2.6 Análise laboratorial dos parâmetros do IQA.....	31
2.7 Análise estatística dos dados	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.1 Análise da saturação de oxigênio.....	35
3.2 Análise dos parâmetros físicos.....	36
3.3 Análise dos parâmetros químicos.....	39
3.4 Análise do parâmetro biológico.....	40
3.5 Análise do IQA.....	41
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICES.....	49

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos mais importantes e essenciais para as formas de vida, sendo indispensável para a manutenção dos ciclos naturais físicos, químicos e biológicos, visto que nenhum processo metabólico ocorre sem a presença direta ou indireta da água. Além de sua importância, a água é o elemento de maior distribuição, cobrindo 70% da crosta terrestre. A utilização da água não se restringe apenas à natureza, mas também é crucial para a saúde, a economia e a qualidade de vida humana (Souza et al., 2014).

Sob a ótica cultural, a água sempre esteve presente na construção e no crescimento das civilizações que se estabeleceram ao longo da chamada “Crescente Fértil”, onde a proximidade com corpos hídricos foi e ainda é um fator preponderante para o estabelecimento e desenvolvimento de diversas sociedades ao longo do tempo.

Os usos da água podem ser divididos em dois grandes grupos: usos consuntivos e usos não consuntivos. Uso consuntivo é aquele que retira água dos rios e lagos (Franco et al., 2020). Em âmbito nacional, os usos consuntivos setoriais são: irrigação (50,5%), abastecimento humano (23,9%), atividades industriais (9,4%), abastecimento rural (1,6%), mineração (1,6%), termelétricas (5,0%) e uso animal (8,0%) (ANA, 2023). Os usos não consuntivos, por sua vez, referem-se aos usos em que a água é utilizada no próprio manancial, sem necessidade de retirada, ou quando retirada, é captada e retorna de maneira integral para o rio ou lago. Como exemplos de uso não consuntivo, destacam-se a geração de energia hidrelétrica, navegação, lazer e pesca (Targa et al., 2019).

Atualmente, a quantidade e a qualidade da água são comprometidas por ações antrópicas, resultando em prejuízos para a própria sociedade. A contaminação das águas configura-se como um problema ambiental grave e de saúde pública, alterando as características da água, como os aspectos químicos, físicos e biológicos (Santana et al., 2012). Diversas intervenções antropogênicas, como a supressão vegetal, impermeabilização dos solos e lançamento de esgotos e efluentes nos corpos hídricos, predisõem à contração de doenças de veiculação hídrica, como diarreia, dengue, leptospirose, cólera, esquistossomose, entre outras. A poluição dos corpos hídricos pode ocorrer de duas formas: poluição pontual e difusa. A poluição pontual é caracterizada por lançamentos individuais, os quais podem ser identificados facilmente, e seu controle e remediação ocorrem de maneira mais

eficiente e em menor tempo. A poluição difusa, por sua vez, caracteriza-se por atingir os mananciais hídricos de maneira indireta e distribuída, tornando o controle e a remediação mais difíceis e onerosos (Von Sperling, 2011).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que reúnem dezessete metas globais para alcançar a sustentabilidade. O sexto objetivo preconiza “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”, com a finalidade de cumprir essa meta até 2030. Dessa forma, cabe ressaltar a responsabilidade e o comprometimento das iniciativas públicas e privadas no que concerne à conservação dos recursos hídricos e à promoção da água de qualidade para as populações. No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) considera a água como um bem de domínio público, com valor econômico, cujo uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais, e a gestão hídrica é pautada na promoção de usos múltiplos da água (BRASIL, 1997).

A qualidade da água é um conjunto de características físicas, químicas e biológicas que ela apresenta, de acordo com sua utilização. Uma das formas de avaliar a qualidade da água é pelo Índice de Qualidade das Águas (IQA), desenvolvido e preconizado pela *National Sanitation Foundation* (NSF) em 1970. A NSF desenvolveu o IQA com o objetivo de comparar a qualidade da água em diferentes corpos hídricos e monitorar as alterações espaço-temporais, refletindo sua contaminação por ações antropogênicas (Ferreira et al., 2015). O IQA varia de 0 (qualidade péssima) a 100 (ótima qualidade), sendo mensurado por nove parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais, com seus respectivos pesos (w_i) (Tyagi et al., 2013).

Dessa forma, o objetivo do presente boletim é determinar o perfil da qualidade da água do rio Cachoeira no trecho Itabuna – Ilhéus, localizado no sul do estado da Bahia, por meio dos nove parâmetros que compõem o IQA em quatro pontos diferentes ao longo do rio. Esta análise está pautada no subsídio à criação de políticas públicas (plano diretor municipal e plano municipal de saneamento) e ações direcionadas à recuperação e conservação ambiental do rio Cachoeira, bem como informar a população dos dez municípios contemplados sobre a qualidade da água e as atividades que podem ser desenvolvidas de acordo com esse diagnóstico ambiental.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Características da área

A Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC) possui mais de meio milhão de habitantes e uma área total de 4.288,69 km², localizada entre as latitudes: -14,716837 norte, -15,375943 sul e longitudes -40,155311 oeste, -39,032804 leste (Figura 1). Ao norte, é limitada pelas bacias dos rios de Contas e Almada; ao sul, pelas bacias dos rios Pardo e Una; a leste, pela bacia do rio Pardo; e a oeste, pelo Oceano Atlântico, abrangendo dez municípios: Ilhéus, Itabuna, Ibicaraí, Itapé, Jussari, Itaju do Colônia, Floresta Azul, Itororó, Itapetinga e Firmino Alves.

Considerado um dos principais rios que compõem a BHRC, o Rio Colônia, após percorrer 100 km nos municípios de Itororó, Itapetinga e Itaju do Colônia, tem sua confluência com o Rio Salgado no município de Itapé, passando então a ser denominado Rio Cachoeira. O Rio Salgado possui suas nascentes no município de Firmino Alves e percorre aproximadamente 64 km pelos municípios de Santa Cruz da Vitória, Floresta Azul, Ibicaraí e Itapé, onde encontra o Rio Colônia (Santos et al., 2011).

No que concerne à população, segundo o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2022, os nove municípios abrangidos pela bacia possuem, ao todo, 403.539 habitantes (Tabela 1). Segundo os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2021, apenas os municípios de Ilhéus e Itabuna responderam à pesquisa informando os dados relacionados à prestação de serviços municipais de saneamento. Relativo ao quantitativo de esgoto tratado, Itabuna tratou 28% e Ilhéus, 70%.

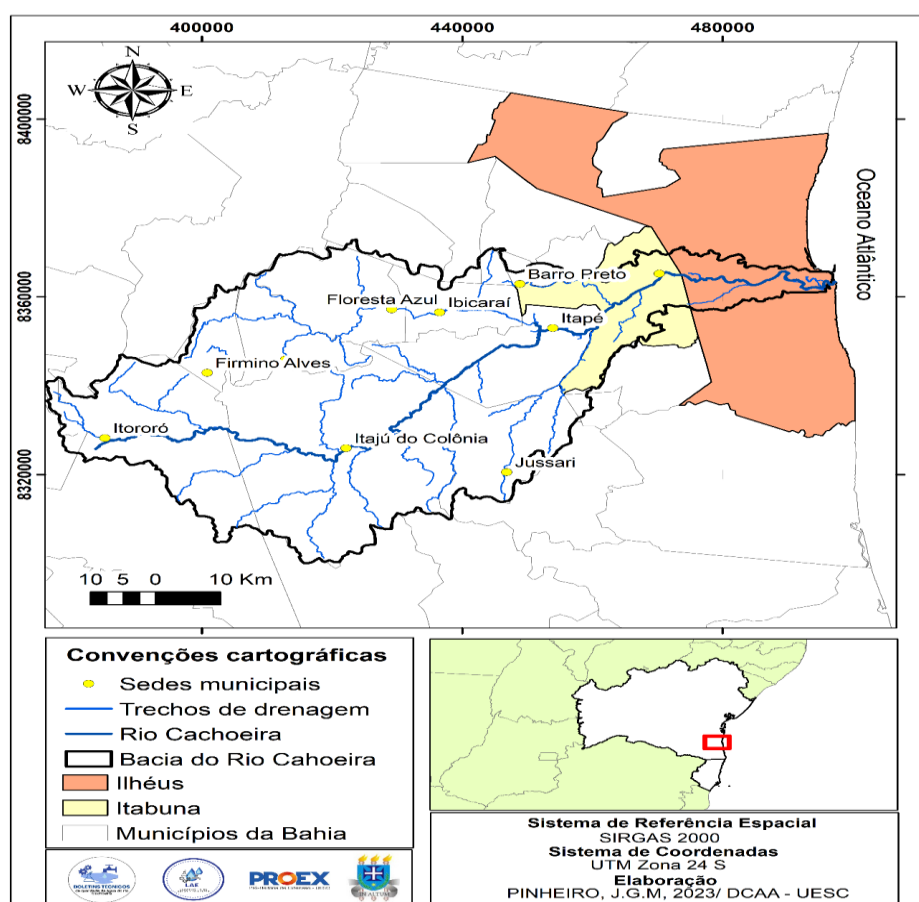
Tabela 1. População e tratamento de esgoto nos municípios contemplados pela BHRC.

Município	População	Tratamento de esgoto (%)
Itororó	16.617	-
Firmino Alves	4.873	-
Itajú do Colônia	6.037	-
Jussari	5.888	-
Floresta Azul	11.055	-
Ibicaraí	21.665	-
Itapé	10.341	-
Barro Preto	5.583	-
Itabuna	186.708	28
Ilhéus	178.703	70
Total	403.539	

(-) municípios que não responderam ao SNIS.

Fonte: SNIS (2021); IBGE (2022).

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

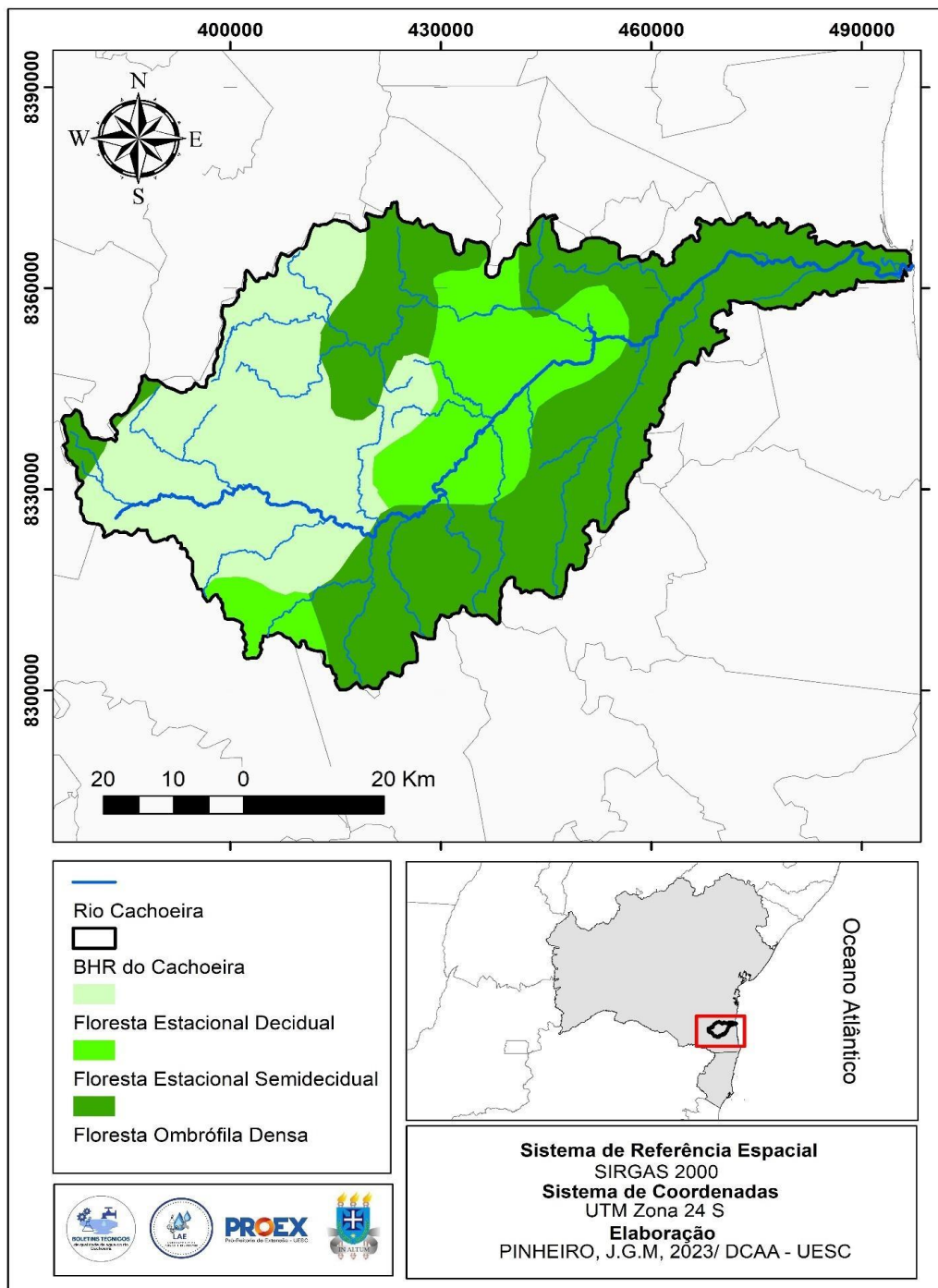
No âmbito da gestão, a BHRC está inserida na Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) Leste (VII RPGA). As RPGA foram instituídas no estado da Bahia devido à complexidade dos corpos hídricos do estado e à necessidade de uma gestão e planejamento que contemplem as bacias hidrográficas estaduais.

Dessa forma, através do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), foi definida a regionalização para a gestão de recursos hídricos, estabelecendo-se 26 RPGA, conforme promulgado em 2009 pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH). Assim, em âmbito estadual, a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), instituída pela Lei nº 11.612 de 2009, tem como objetivo principal estabelecer as diretrizes para a sistematização e gerenciamento dos recursos hídricos, considerando a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão. O PERH tem como diretrizes base: i) a água como um direito de todos, bem de uso comum do povo e recurso natural indispensável à vida; ii) gestão dos recursos pautada no objetivo de proporcionar o uso múltiplo das águas; e iii) a água enquanto recurso natural limitado, dotado de valor econômico (BAHIA, 2009).

No tocante às características naturais, a BHRC está inserida completamente no Bioma da Mata Atlântica e no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros, tendo três regiões fitoecológicas predominantes: Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa (Figura 2). Do ponto de vista ambiental, este bioma é responsável pela regulação dos mananciais hídricos, promoção da fertilidade do solo, controle do equilíbrio climático e térmico, bem como proteção de escarpas e encostas (Cardoso et al., 2016).

O estágio atual de conservação da Mata Atlântica demonstra-se preocupante, configurando-se como um dos biomas mais devastados do mundo, onde cerca de 120 milhões de pessoas habitam. Dessa forma, a pressão antrópica nestes ambientes naturais compromete a fauna e flora, além de afetar a segurança hídrica dos mananciais presentes nas bacias e sub-bacias localizadas neste bioma. Existe um consenso sobre a importância da conservação das florestas para a manutenção dos recursos hídricos, uma vez que as florestas alteram o clima regional, aumentando o índice pluviométrico das chuvas, promovendo o processo de infiltração, percolação e armazenamento de água no solo, conseqüentemente diminuindo o escoamento superficial (Cardoso et al., 2016).

Figura 2. Regiões fitoecológicas presentes na BHRC.

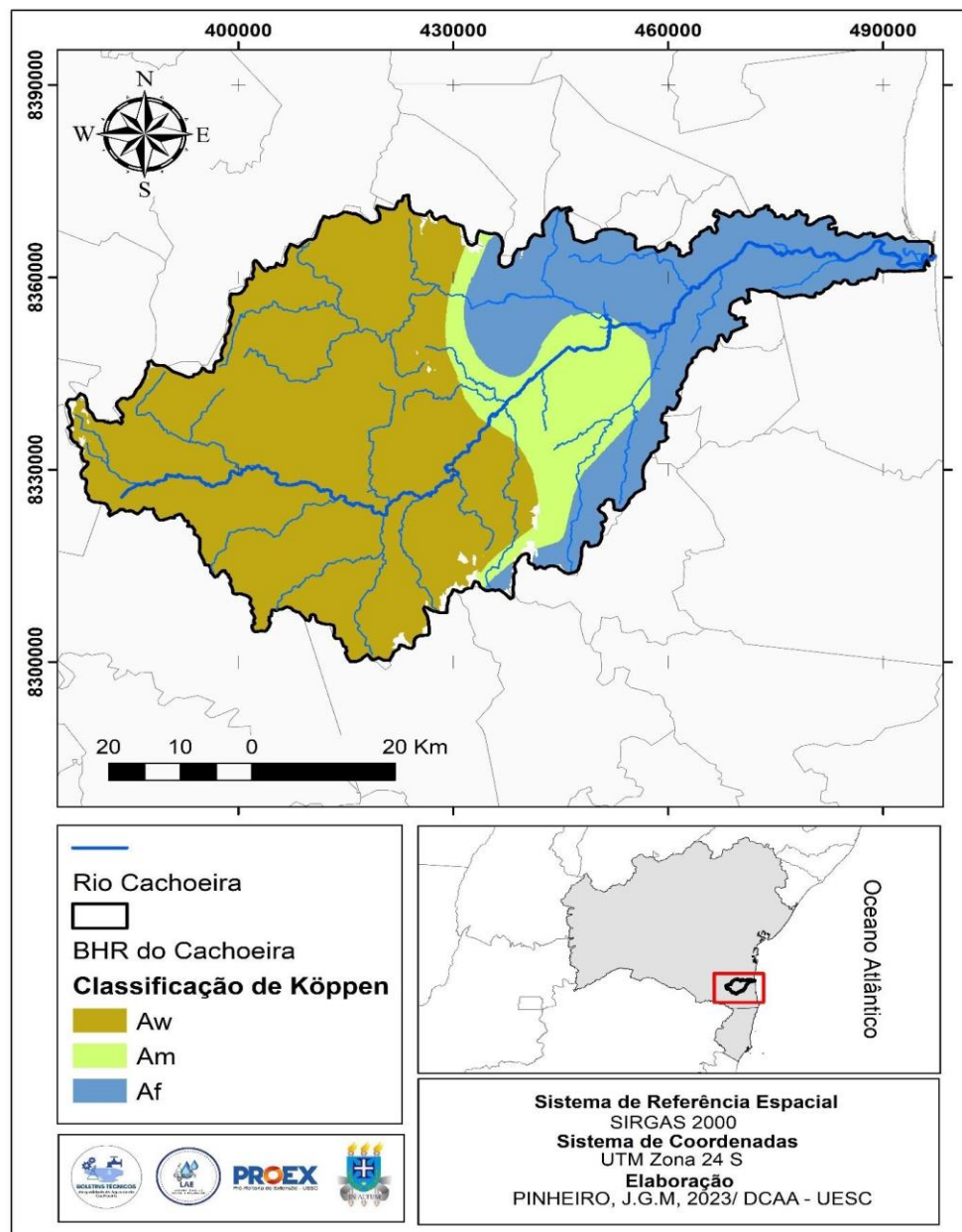


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

De acordo com a classificação climática de Köppen, a bacia apresenta o tipo climático Af da porção central até a foz da bacia (Figura 3). O clima Af caracteriza-se como um clima megatérmico, com a média de temperatura do mês mais frio em torno de 18°C e ausência de estação invernal. Além disso, o clima é úmido, com precipitação ocorrendo em todos os meses do ano, podendo a pluviosidade chegar

a 2.500 mm anuais. A presença da tipologia climática Aw na porção oeste da bacia indica a existência de maiores altitudes em direção à nascente, onde é caracterizada a presença de uma estação mais seca, com a pluviosidade no mês mais seco inferior a 60 mm, equivalente a menos de 4% da pluviosidade anual total (Santos et al., 2018)

Figura 3. Divisão climática segundo a classificação de Köppen na BHRC



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.2 Coleta das amostras de água

Para a coleta em campo das amostras de água, foi elaborada uma planilha para o registro de dados relacionados ao local. A planilha consistia em preencher dezesseis variáveis relacionadas ao ponto de coleta, além de variáveis químicas, físicas e condições ambientais, distribuídas em quatro categorias: i) variáveis de localização, ii) variáveis químicas, iii) variáveis físicas e iv) variáveis ambientais (Quadro 1). Todos os procedimentos que antecederam e sucederam a coleta das amostras foram seguidos com base no “Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras” desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA). Segundo o guia, para a coleta de águas brutas é necessário considerar que todo corpo hídrico é heterogêneo e que, seja qual for o local de amostragem, este não é representativo de todo o sistema em estudo (CETESB, 2011). Por essa razão, foram selecionados locais adequados às necessidades de informação de cada ponto coletado.

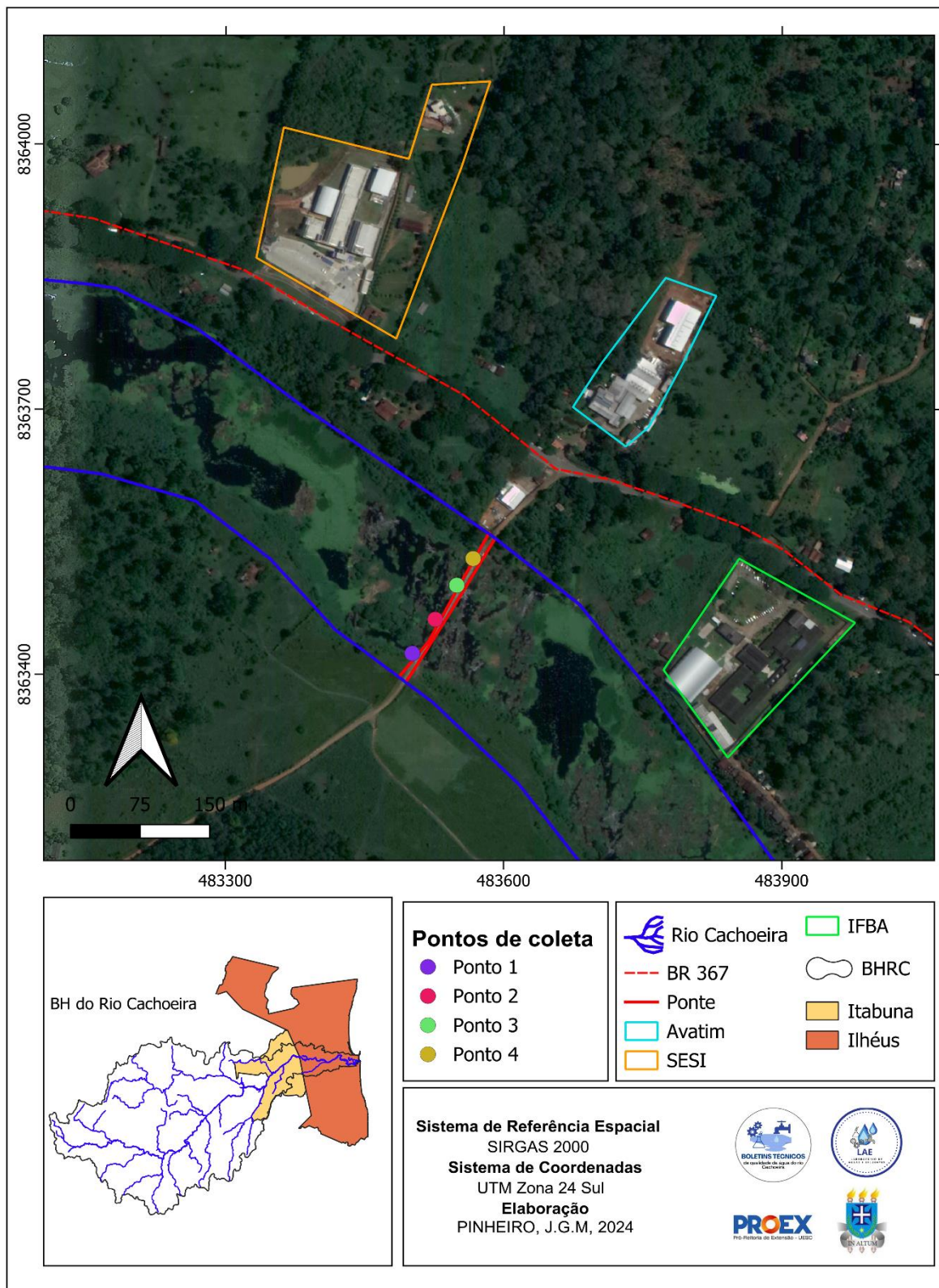
Quadro 1. Variáveis analisadas em campo para a coleta das amostras d'água

Tipo de variável	Variáveis analisadas em campo
Variáveis de localização	Número do ponto
	Nome do ponto
	Coordenadas geográficas
	Data
	Hora
Variáveis químicas	pH
	Oxigênio dissolvido
Variáveis físicas	Altitude
	Temperatura
	Profundidade
	Vazão
Variáveis ambientais	Facilidade de acesso
	Submersão completa da garrafa
	Confluência com outros trechos de drenagem
	Lançamento de esgoto doméstico e efluentes industriais
	Presença de mata ciliar

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Entre os fatores responsáveis pela heterogeneidade de um corpo d'água, podem-se citar: i) estratificação térmica vertical, decorrente da variação da temperatura ao longo da coluna d'água; ii) zona de mistura, formada por dois ou mais tipos de águas que estão em processo de mistura; e iii) distribuição heterogênea de determinadas substâncias ou organismos em um sistema hídrico homogêneo (CETESB, 2011). Nesse sentido, o objetivo é realizar o monitoramento a longo prazo da qualidade da água do rio Cachoeira. Para o posicionamento do local de amostragem, considerou-se a existência de lançamentos de efluentes líquidos industriais e/ou domésticos, bem como a presença de afluentes na área de influência do ponto de amostragem, uma vez que essas variáveis podem alterar a qualidade da água do corpo hídrico. Com base nas instruções do guia supracitado, foram escolhidos quatro pontos de amostragem (Figura 4).

Figura 4. Localização dos pontos de coleta no rio Cachoeira-



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Para a coleta das amostras, quatro pontos foram escolhidos na extensão da ponte no bairro Japu. A redução da extensão do rio para o bairro Japu visou obter estimativas dos parâmetros mais confiáveis e com menor variabilidade, dado que no boletim anterior foi constatada uma alta variabilidade das amostras.

Ao determinar os pontos, foram registradas as coordenadas geográficas da localização de cada ponto utilizando um dispositivo GNSS. Após a determinação dos pontos, foram selecionados itinerários racionais, considerando os acessos, o tempo para coleta e preservação das amostras e o prazo para seu envio aos laboratórios, obedecendo ao prazo de validade para o ensaio de cada parâmetro, à capacidade analítica e ao horário de atendimento e funcionamento do laboratório envolvido. Para o bimestre que compreende os meses de julho e agosto de 2024, as coletas foram realizadas no dia 04 de julho, entre 09:50 e 12:00, nos pontos supracitados.

No que concerne às características ambientais do local onde foram coletadas as amostras de água, a temperatura do ar estava a 26°C. Em relação às condições atmosféricas, o tempo estava nublado, com chuvas constantes nas últimas 48 horas que antecederam a coleta das amostras. Todos os pontos amostrados encontram-se em locais de fácil acesso. Para a coleta, foram utilizadas três garrafas por ponto, que compõem o kit de coleta para água bruta. A utilização desses três recipientes diferentes justifica-se pelas especificidades de análise que cada parâmetro exige, de acordo com a NBR 9898/1987. Dessa forma, a água foi coletada no rio com um instrumento de coleta composto por um bastão e um balde na extremidade.

A água coletada foi redistribuída em três garrafas de armazenamento, sendo uma delas isolada em um saco esterilizado para evitar a contaminação por micro-organismos. Uma vez coletadas, as amostras foram armazenadas em uma caixa térmica para manter a temperatura das amostras. Após a conclusão das coletas em campo, as amostras foram levadas para o laboratório da empresa Bahia Analítica, localizada no bairro Nova Itabuna, no município de Itabuna e cadastrada sob o CNPJ: 05.614.323/0001-99.

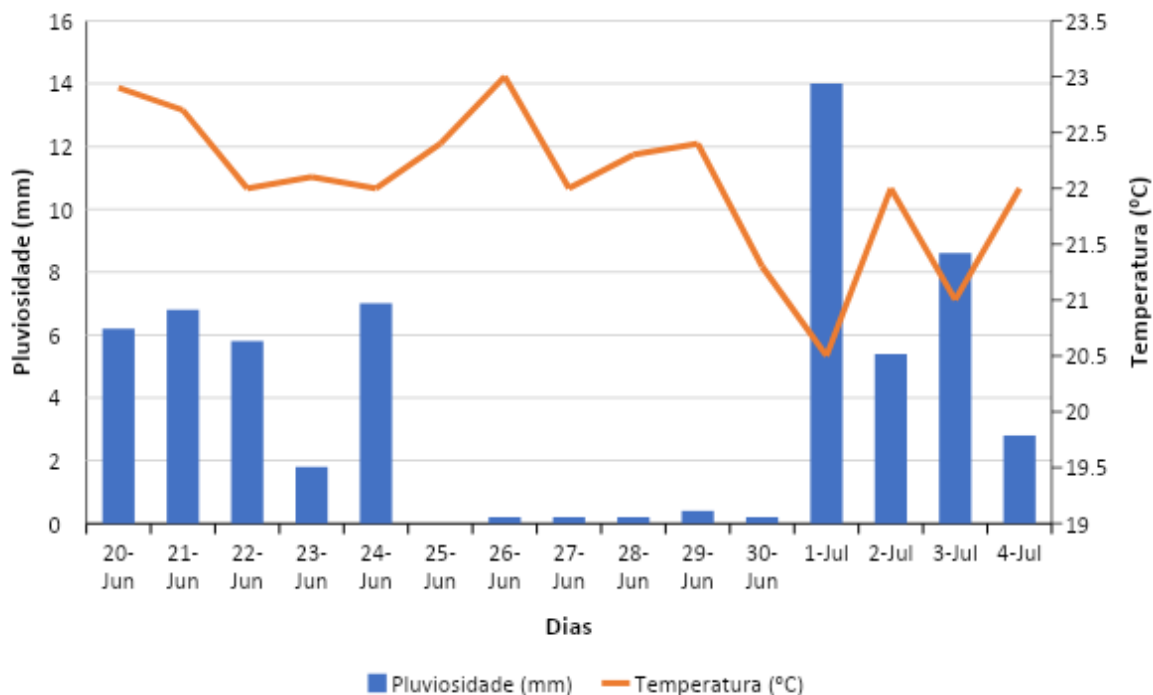
2.3 Caracterização meteorológica

Para a caracterização meteorológica de trechos da bacia do rio Cachoeira, foram obtidos dados de estações meteorológicas monitoradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para a obtenção dos dados, utilizou-se o Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do INMET. Este banco reúne dados meteorológicos diários em formato digital, assim como séries históricas das várias estações meteorológicas convencionais da rede do INMET, referentes às medições diárias, de acordo com as normas técnicas internacionais da Organização Meteorológica Mundial. Os dados disponíveis no BDMEP são secundários, gratuitos e de acesso instantâneo através do *site*: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/bdmepeg-dados-hist%C3%B3ricos>.

No BDMEP, foram escolhidos os seguintes parâmetros meteorológicos para análise: i) temperatura do ar; ii) ponto de orvalho; iii) precipitação; e iv) umidade relativa do ar. Todos os dados foram medidos pela estação meteorológica automática de Ilhéus (estação Ilhéus A410). Nos 15 dias que antecederam a coleta das amostras de água (entre 20 de junho e 4 de julho de 2024), a pluviosidade acumulada foi de 59,6 mm, e a temperatura média foi de 22,04 °C. Na análise da figura 5, é possível perceber que no dia 1º de julho houve o maior pico de pluviosidade, com 14 mm registrados. Todavia, neste mesmo dia, foi registrada a temperatura mais baixa do período, de 20,5 °C.

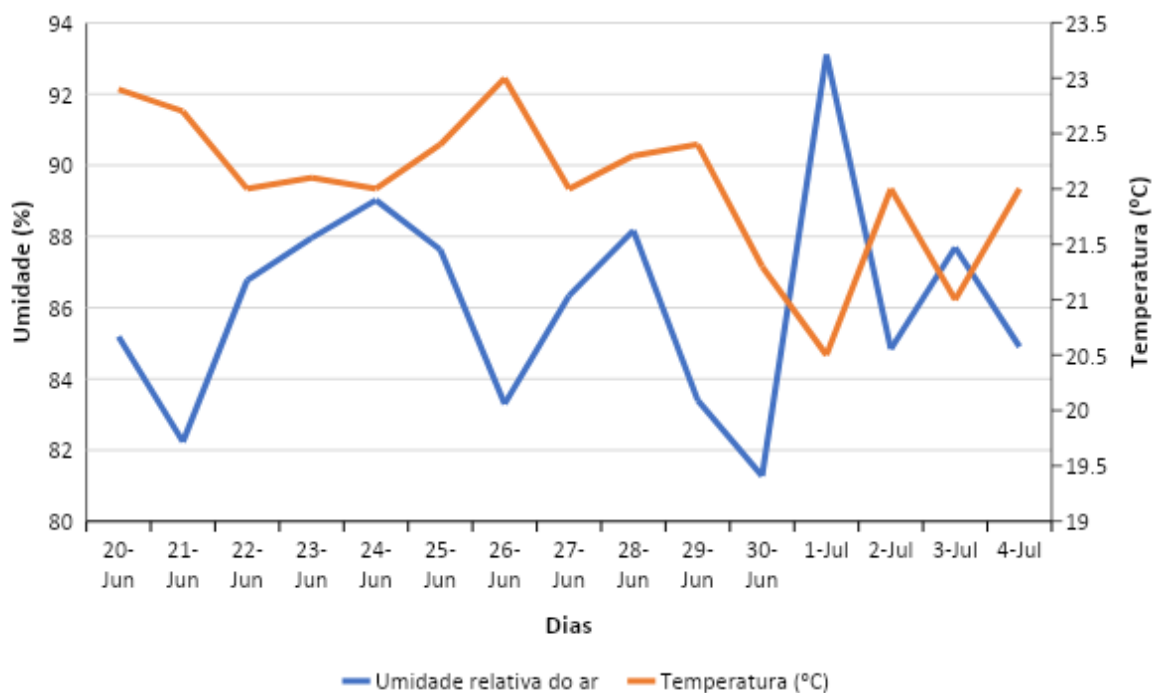
O parâmetro da umidade relativa do ar é uma grandeza que expressa a quantidade de vapor d'água presente no ar em comparação com a quantidade máxima que o ar pode conter a uma determinada temperatura. Esta medida é expressa em porcentagem, representando o quão próximo o ar está de atingir o ponto de saturação, onde a umidade relativa seria de 100% (Alves; Biudes, 2012). Nos dados apresentados na figura 6, percebe-se que, de maneira geral, o comportamento da umidade relativa do ar está relacionado com a temperatura do ar, na qual os maiores picos de umidade relativa foram registrados em momentos onde a temperatura do ar apresentou picos mais baixos.

Figura 5 – Comportamento da temperatura do ar e pluviosidade nos 15 dias que antecederam a coleta da água



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do INMET (2024).

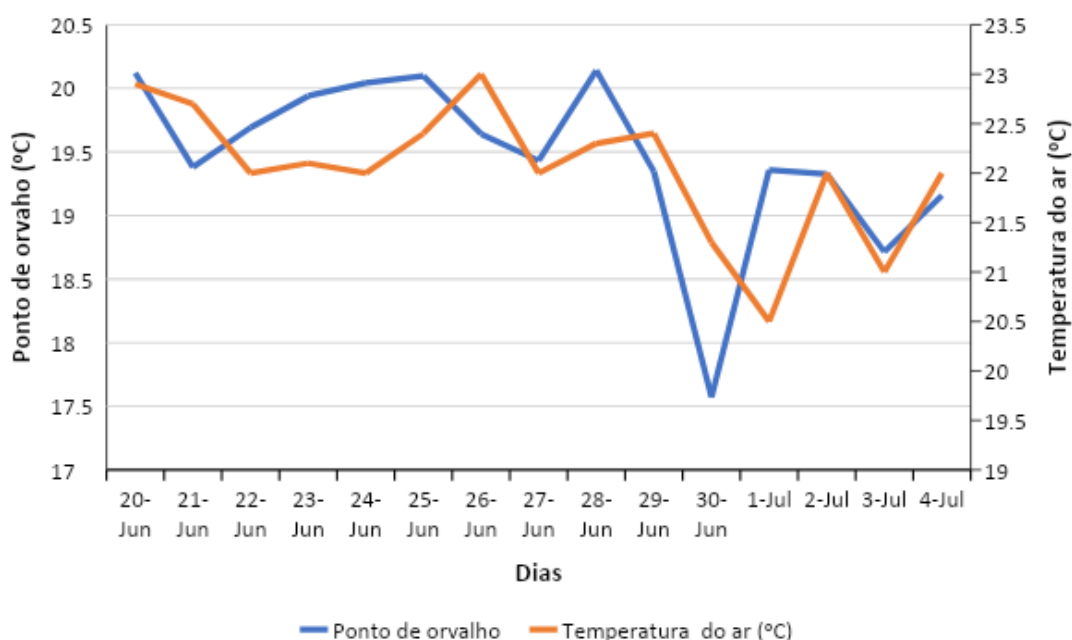
Figura 6 – Comportamento da temperatura do ar e umidade relativa do ar nos 15 dias que antecederam a coleta da água



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do INMET (2024).

O ponto de orvalho é a temperatura na qual o ar é resfriado, a uma determinada pressão, para que o vapor d'água nele presente atinja a saturação e comece a condensar, formando gotículas de água, como orvalho ou neblina. O ponto de orvalho é um indicador importante da quantidade de umidade no ar e está relacionado ao conforto térmico e às condições climáticas, como a formação de neblina e geada (Talaia; Vigário, 2016). No dia 30 de junho, foi registrado o menor valor de ponto de orvalho (20,5 °C), enquanto dois dias antes, em 28 de junho, foi registrado o maior pico de ponto de orvalho (22,3 °C) (Figura 7). De maneira geral, o valor médio foi de 19,4 °C, com um desvio padrão de 0,66.

Figura 7 – Variação do ponto de orvalho e temperatura do ar nos 15 dias que antecederam a coleta da água

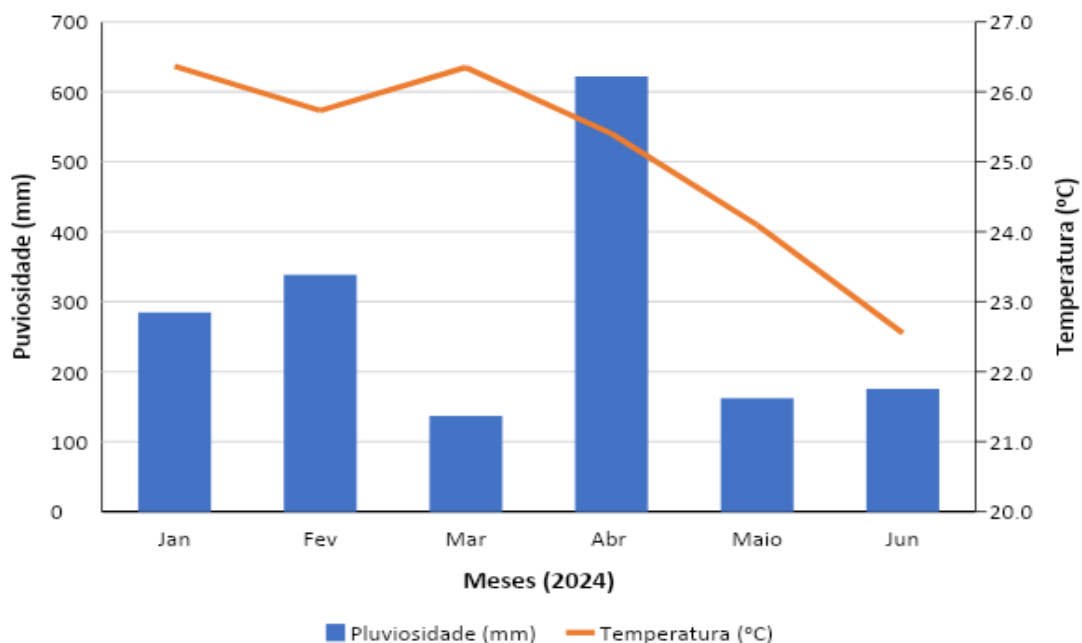


Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do INMET (2024).

Nos últimos seis meses (janeiro a junho de 2024), a pluviosidade acumulada foi de 1.719 mm, com uma temperatura média de 25,08 °C. Na análise da figura 8, é possível perceber que no mês de abril houve o maior pico de pluviosidade, com 622 mm registrados. A partir de abril, a temperatura do ar começou a diminuir gradativamente, atingindo o menor valor de 22,6 °C devido à estação do outono e à influência do início da estação chuvosa. No que diz respeito à umidade relativa do ar, observou-se uma tendência de aumento ao longo dos meses analisados, com o

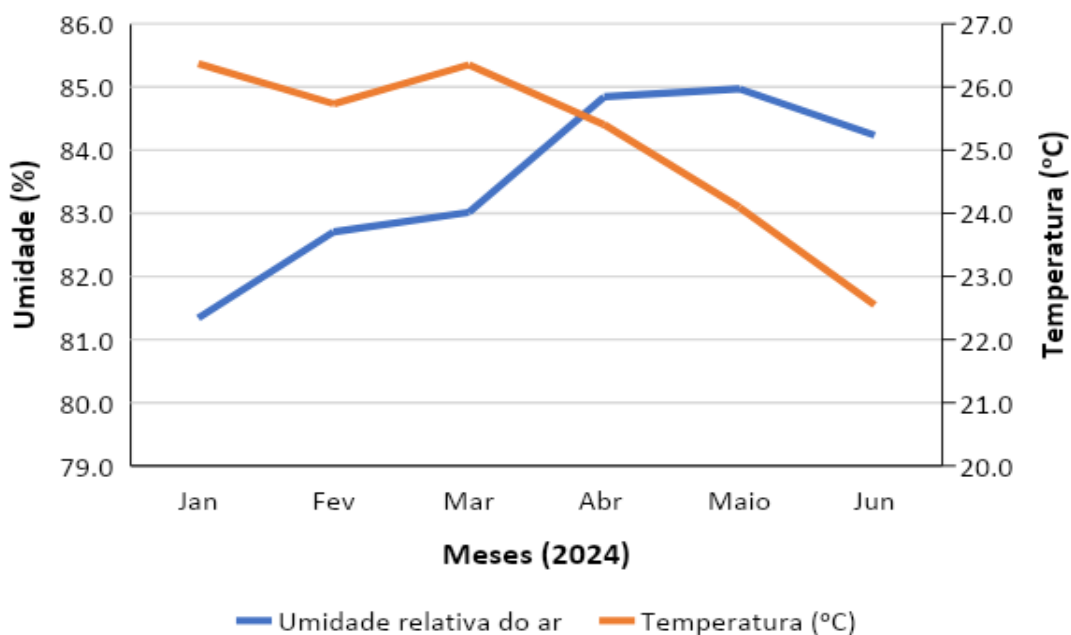
maior pico registrado em maio, de 85%, e uma média geral de 83,5%, com desvio padrão de 1,41 (Figura 9). A figura 10 representa a tendência de queda nos valores de ponto de orvalho e temperatura do ar a partir de março.

Figura 8 – Variação da pluviosidade e temperatura do ar nos meses de janeiro a junho de 2024



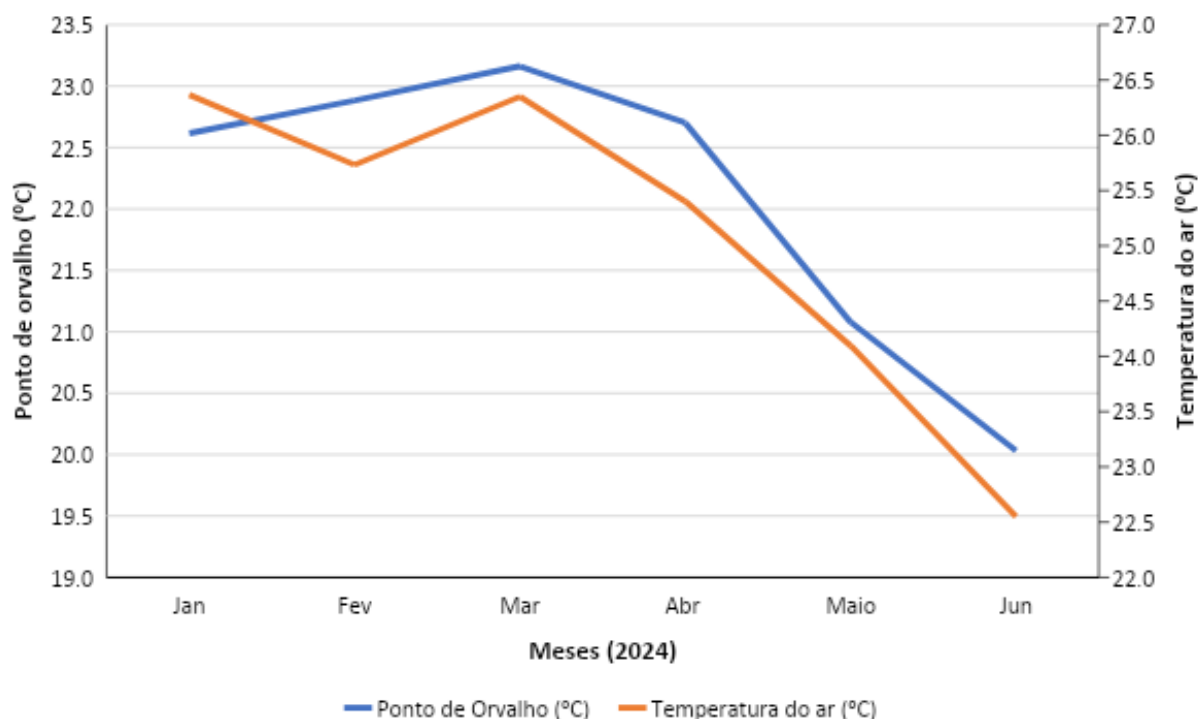
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do INMET (2024).

Figura 9 – Variação da umidade relativa do ar e temperatura do ar nos meses de janeiro a junho de 2024



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do INMET (2024).

Figura 10 – Variação do ponto de orvalho e da temperatura do ar nos meses de janeiro a junho de 2024



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do INMET (2024).

2.4 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

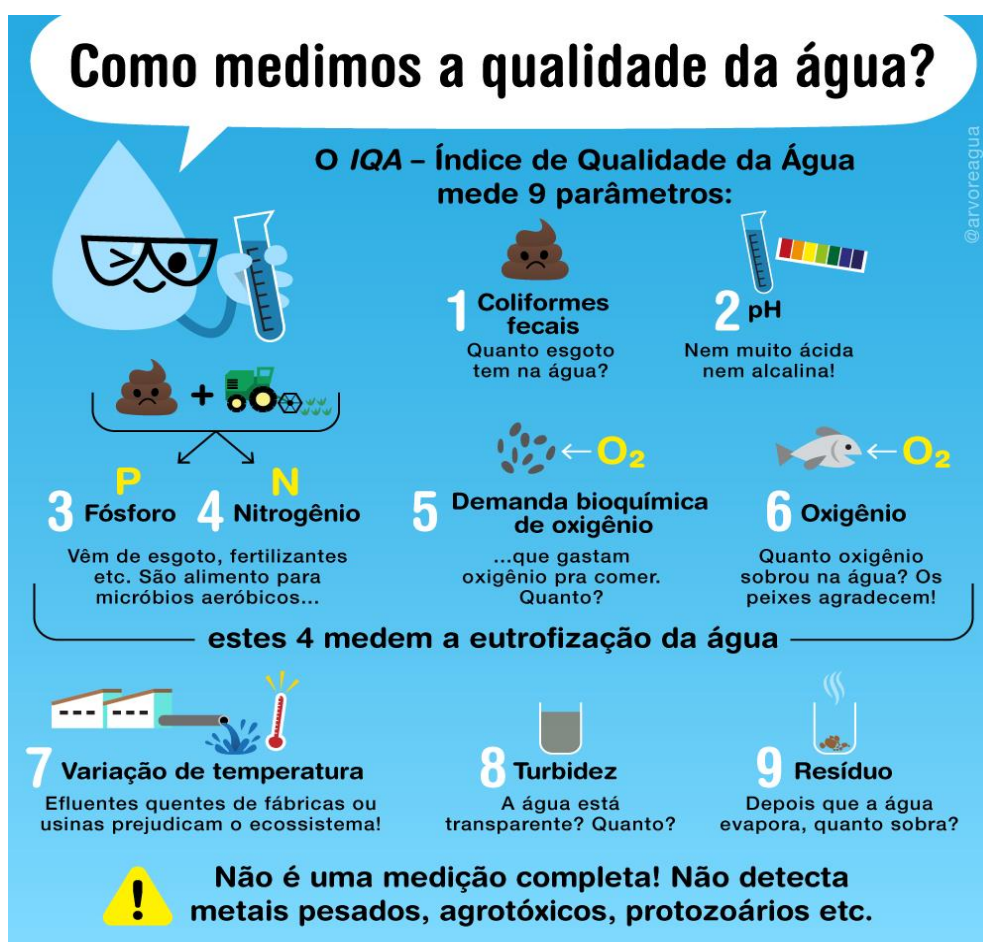
O IQA varia de 0 (qualidade péssima) a 100 (ótima qualidade), sendo mensurado por nove parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais, com seus respectivos pesos (w_i) (Tyagi et al., 2013). Uma vez obtidos e tabulados, os dados de qualidade da água foram submetidos ao cálculo do IQA, através do *software* Qualigraf, calculadora Surface Waters e manualmente pelo produtório. A cada parâmetro é atribuído um peso de acordo com seu grau de importância (Tabela 2 e Figura 12). A figura 11 ilustra como são medidos os nove parâmetros do IQA.

Tabela 2 – Parâmetros e os respectivos pesos que compõem o IQA

Parâmetros	Unidade	Peso (W)
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L	0,17
Coliformes Termotolerantes (CT)	UFC/100 mL	0,15
Potencial hidrogeniônico (pH)	-	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg O ₂ /L	0,10
Nitrogênio Total (NT)	mg N/L	0,10
Fósforo Total (PT)	mg P/L	0,10
Temperatura (T)	°C	0,10
Turbidez (Tur)	UNT	0,08
Sólidos Totais (ST)	mg/L	0,08

Fonte: Adaptado da ANA (2017).

Figura 11. Ilustração dos nove parâmetros do IQA



Fonte: Acervo Água (2021)

Ao obter os dados, foi possível realizar o cálculo do IQA, este índice é calculado pelo produtório ponderado da qualidade das águas que corresponde aos parâmetros da seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{I=1}^9 qi^{wi}$$

sendo:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, número que varia de 0 a 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido através da curvatura média, em função de sua concentração ou medida;

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em detrimento da sua importância para a conformação global da qualidade, sendo um número entre 0 e 1;

No quadro 2 observa-se as faixas de intervalos de IQA no qual pode-se classificar a qualidade da água conforme a CETESB, sendo a mesma utilizada no estado da Bahia .

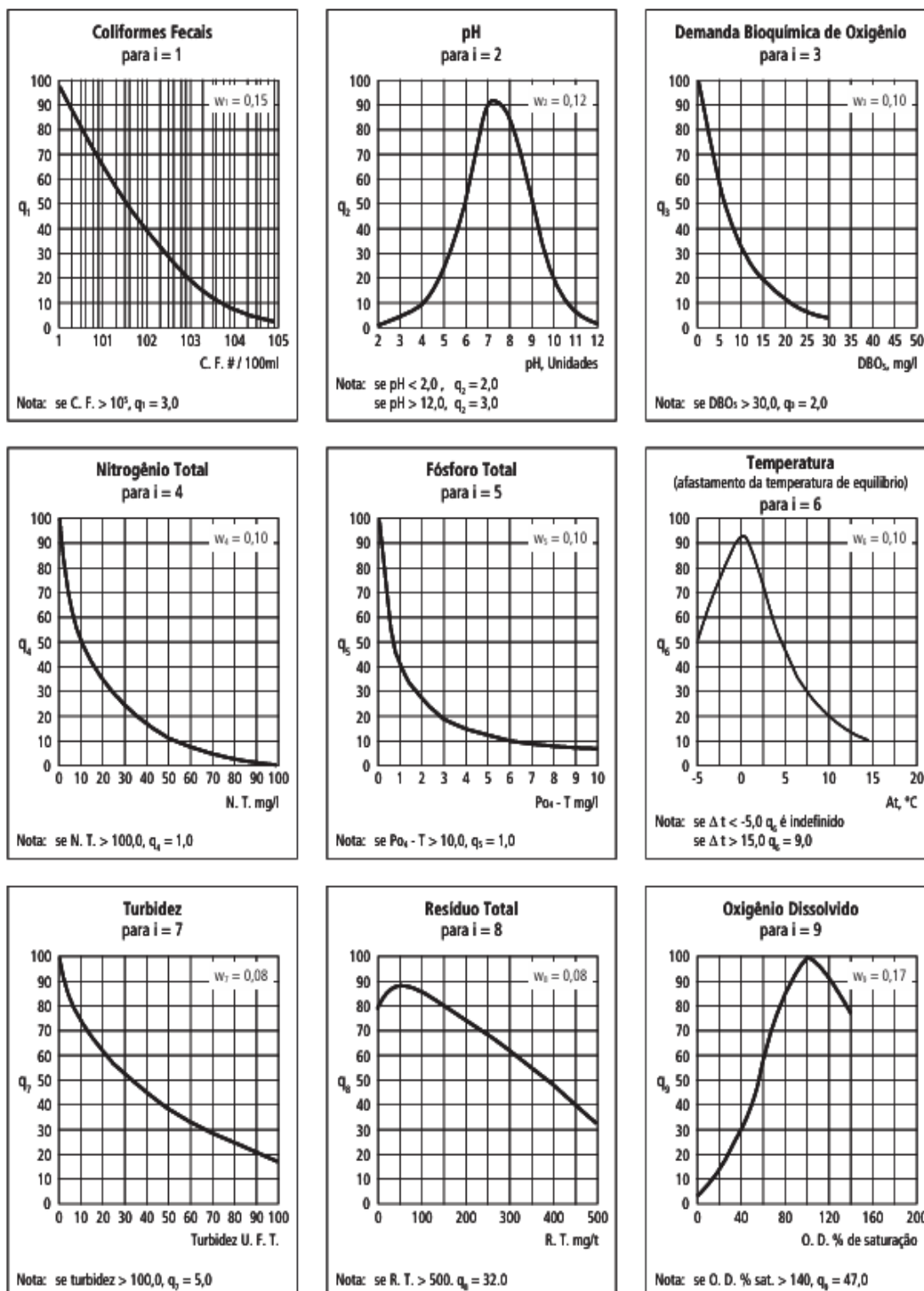
Quadro 2. Faixas de qualidade do IQA

Classificação	Intervalo
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Fonte: Adaptado CETESB (2011).

A Figura 12, apresenta as curvas médias de variação de qualidade das águas, para os nove parâmetros do IQA.

Figura 12. Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas



Fonte: CETESB (2011).

Na tabela 3 são apresentadas as equações propostas por Grunitzki et al. (2013) para obter os valores de q da figura 15.

Tabela 3- Equações para calcular o valor q da curva média de qualidade. As siglas OD, CF, pH, DBO, FT, NT, TU, ST e ΔT significam respectivamente Oxigênio dissolvido, Coliformes termotolerantes, Potencial hidrogeniônico, Demanda bioquímica de oxigênio, Fósforo total, Nitrogênio total, Turbidez, Sólidos total e Variação de temperatura. As respectivas siglas em letras minúsculas significam os valores no qual se pretende predizer o valor de q .

Variável	Equação	Restrição
OD(%)	$q = 100,8 \cdot \exp((od - 106)^2 / -3745)$	OD > 140, $q = 50$
CF(UFC/100mL)	$q = 98,03 - 36,45 \cdot (\log_{10}(cf)) + 3,138 \cdot (\log_{10})^2 + 0,06776 \cdot (\log_{10}(cf))^3$	CF > 10^5 , $q = 2$
pH	$q = 0,05421 \cdot ph^{(1,23 \cdot ph - 0,09873 \cdot ph^2)} + 5,213$	pH < 2 Ou pH > 12, $q = 0$
DBO(mg/L)	$q = 102,6 \cdot \exp(-0,1101 \cdot dbo)$	dbo > 30, $q = 2$
FT(mg/L)	$q = 213,7 \cdot \exp(-1,68 \cdot ft^{0,3325})$	ft > 10, $q = 2$
NT(mg/L)	$q = 98,96 \cdot nt^{(-0,2232 - 0,006457 \cdot nt)}$	nt > 100, $q = 1$
TU(NTU)	$q = 97,34 \cdot \exp(-0,01139 \cdot tu - 0,04917 \cdot \sqrt{(tu)})$	tu > 100, $q = 5$
ST(mg/L)	$q = 80,26 \cdot \exp(-0,00107 \cdot st + 0,03009 \cdot \sqrt{(st)}) - 0,1185 \cdot st$	st > 500, $q = 20$
ΔT	$q = 1 / (0,0003869 \cdot (\text{deltatemp} + 0,1815)^2 + 0,01081)$	deltatemp < -5, $q =$ indefinido; deltatemp > 15, $q = 9$

Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

2.5 Cálculo da saturação do oxigênio

Para o cálculo da saturação do oxigênio, ajustou-se um polinômio de ordem dois aos dados obtidos no manual de Siste et al. (2011) na tabela 4, utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários. Ressaltamos que o valor 7,65 de saturação na temperatura de 20°C foi substituído por 9,08 por acreditarmos que tal

valor tenha sido erro de digitação. O valor de 9,08 foi obtido por meio de uma interpolação linear. A temperatura utilizada no cálculo da saturação foi a média da temperatura nos quatro pontos amostrados, ou seja, 26,95°C .

2.6 Análise laboratorial dos parâmetros do IQA

Para a análise dos nove parâmetros que compõem o IQA, foram utilizados os materiais e métodos preconizados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, produzido pela *American Public Health Association (APHA)* e pela *American Water Works Association (AWWA)* (2022). Dos nove parâmetros, três foram medidos em campo: pH, temperatura e oxigênio dissolvido.

pH: para a medição deste parâmetro utilizou-se um medidor de pH digital, que possui exatidão de $\pm 0,1$ pH, com faixa de medição pH: 0,0 a 14,0 e umidade de operação de 5 a 90% Umidade Relativa (UR) (Figura 13).

Oxigênio dissolvido e Temperatura: foi utilizado o medidor de oxigênio dissolvido da marca Lutron, modelo DO-5519, que possui escala de oxigênio dissolvido 0 ~20,0 (mg/L) e precisão de $\pm 0,4$ mg/L. Além disso, possui uma sonda polarográfica com sensor de temperatura incorporado (Figura 14).

Figura 13. Medidor de pH digital



Figura 14. Medidor de OD



Fonte: Autores (2024).

Sólidos totais: Foram determinados através da secagem de um determinado volume de amostra. Utilizou-se um cadinho de porcelana, previamente lavado com

álcool para remover qualquer impureza que pudesse interferir nos resultados. Em seguida, o cadinho foi aquecido por duas horas na mufla a 600°C. Após o aquecimento, o cadinho foi resfriado até a temperatura ambiente em um dessecador e, em seguida, pesou-se o cadinho, anotando o peso (P_1). A amostra, devidamente homogeneizada, teve uma alíquota de 10 mL transferida para o cadinho, que foi então levado para a estufa a uma temperatura entre 103-105°C por uma hora. Após uma hora, o cadinho foi levado para o dessecador e deixou-se esfriar até atingir peso constante, pesando-o novamente (P_2). Finalmente, o cadinho foi levado novamente à mufla durante 30 minutos, a 600°C, para a calcinação da amostra. Após resfriar no dessecador, obteve-se um novo peso (P_3). Dessa forma, calculou-se o valor dos sólidos totais, fixos e voláteis, respectivamente, na ordem de realização da metodologia. A quantidade de sólidos presentes na amostra foi determinada pela diferença de peso dividida pelo volume da amostra.

Nitrogênio Total: Realizou-se o preparo da curva de calibração pipetando 0, 10, 50, 150, 350, 450 e 550 μL da solução padrão de nitrito em uma série de tubos, completando com água deionizada até 10 mL para preparar os padrões de nitrito. Adicionou-se 10 mL de amostra a uma série de tubos. Posteriormente, adicionou-se 0,1 mL da solução de sulfanilamida e 0,1 mL da solução de N-(1-naftil) etilenodiamina às soluções da curva de calibração e às amostras, misturando imediatamente e aguardando 10 minutos. Por fim, transferiu-se uma pequena quantidade da solução padrão do meio da curva e das amostras para uma cubeta e realizou-se a leitura na faixa do visível, com comprimento de onda de 543 nm, para medir a absorbância das soluções. As soluções padrão e as amostras receberam 2 mL de NH_4Cl e foram passadas por uma coluna redutora de cobre, que converte nitrato em nitrito. Assim, a determinação de nitrato foi feita através da diferença na absorbância, medida no espectrofotômetro a 543 nm, antes e depois de passar pela coluna.

Fósforo Total: Foi preparado o padrão de calibração pipetando-se 100, 150, 200, 350, 500, 1000 e 2000 μL da solução estoque de fósforo e 1 mL do reagente combinado em uma série de balões volumétricos, completando-se o volume com água deionizada até atingir 5 mL, a fim de preparar soluções padrão de calibração.

Em outra série de balões volumétricos, foram adicionados 5 mL de amostra e 1 mL do reagente combinado, agitando-se os balões. Decorridos 10 minutos após a adição do reagente, foi realizada a medição da absorbância dos padrões e das amostras no espectrofotômetro a 880 nm, usando uma cubeta de 10 mm. Construiu-se a curva de calibração com base na concentração dos padrões em função das respectivas medidas de absorbância e calculou-se a concentração de fósforo nas amostras substituindo a absorbância de cada amostra na equação da reta.

Coliformes termotolerantes: Foi empregado o método dos tubos múltiplos, no qual foram preparados meios de cultura para a incubação das amostras e realizados os testes presuntivo e confirmativo.

Teste presuntivo (Meio – Caldo Lauryl Triptose): Em 9 tubos de ensaio contendo caldo Lauryl Triptose e tubos de Durham, foram adicionados 1 mL, 0,1 mL e 0,01 mL de amostra a cada 3 tubos. Após isso, os tubos foram incubados na estufa a 35° - 38°C por 24 horas. Ao final da incubação, verificou-se a presença de tubos positivos, ou seja, aqueles que apresentavam bolhas de ar no tubo de Durham, devido aos gases liberados durante a fermentação realizada pelos coliformes. Os tubos que não apresentaram formação de gás foram considerados negativos.

Teste confirmativo (Meio – Caldo verde brilhante): Após a realização do teste presuntivo, foi utilizado o líquido dos tubos que apresentaram resultados positivos para o teste confirmativo. Em cada tubo de ensaio contendo o tubo de Durham e 9 mL de caldo verde brilhante, utilizado para a identificação de coliformes totais, adicionou-se uma porção de amostra com o auxílio de uma alça de platina previamente flambada e fria. Em seguida, os tubos foram colocados na estufa a 35°C por 24 horas.

Teste confirmativo (Meio – Caldo de Escherichia coli): Após a realização do teste presuntivo, foi utilizado o líquido dos tubos que apresentaram resultados positivos para o teste confirmativo. Em cada tubo de ensaio contendo o tubo de Durham e 9 mL de caldo de E. coli, utilizado para a identificação de coliformes termotolerantes, adicionou-se uma porção de amostra com o auxílio de uma alça de platina previamente flambada e fria. Em seguida, os tubos foram colocados na estufa a 35°C por 24 horas.

Demanda Bioquímica de Oxigênio: Foi realizada em um equipamento automático, com temperatura constante de 20°C, por um período de incubação de 5 dias. A medida é feita pela diferença manométrica antes e depois da incubação. A realização da medida foi dividida em duas etapas: preparo da amostra e procedimento de medição. Estimou-se a faixa de medida e o volume, e, em seguida, realizaram-se os seguintes pré-tratamentos: checagem do valor de pH da amostra, que se encontrava dentro da faixa considerada ótima para a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), entre 6,5 e 7,5. Misturou-se bem a amostra e deixou-se descansar por um tempo. Mediu-se o volume da amostra com precisão e transferiu-se para o frasco de DBO, com auxílio de um funil. Para inibir a nitrificação, adicionou-se ATH (5 gotas). Inseriu-se um ímã agitador nos frascos e 3-4 gotas de hidróxido de potássio a 45% nas juntas de vedação, que foram colocadas no pescoço do frasco. Antes da medição, a amostra foi ajustada para a temperatura de 20°C. Colocaram-se os sensores, apertando-os com cuidado. Em relação aos procedimentos de medição, os frascos de DBO foram colocados nas posições apropriadas do equipamento, e o procedimento de leitura foi iniciado, ligando o equipamento e ajustando os comandos de acordo com o manual. Durante o período de incubação de 5 dias, foram mensuradas as medidas referentes a cada dia para acompanhar o funcionamento do equipamento. Ao final dos cinco dias, foi coletado o valor final referente à DBO do quinto dia de incubação.

2.7 Análise estatística

Foi utilizadas técnicas de estatísticas descritivas e estatística inferencial. Quanto à estatística inferencial foi utilizado o intervalo de confiança *bootstrap* com 95% de confiança. Esta técnica é utilizada basicamente quando os pressupostos sobre a distribuição das variáveis são limitados, seja por incapacidade econômica e financeira para detalhar toda a população ou devido a pequenas amostras. Logo, tal técnica se torna robusta em tais situações. Utilizou-se 10.000 repetições para a elaboração dos intervalos.

Para o IQA (Índice de Qualidade de Água) foi utilizado o intervalo de confiança de 95% considerando o método da simulação Monte Carlo. Neste caso utilizou-se uma priori não-informativa segundo o método de Jereys. Para uma distribuição normal, a priori de Jereys para o desvio padrão (σ) é proporcional a $\frac{1}{\sigma}$. Isso se traduz na utilização

de uma distribuição Gama Inversa (InvGamma) para a variância. Utilizamos a simulação de Monte Carlo para gerar amostras dos parâmetros de interesse, conforme descrito abaixo:

1. Para cada parâmetro, calculamos a média (μ) e a variância (σ^2).
2. Geramos amostras para σ utilizando a distribuição Gama Inversa, repetindo Jereys' prior.
3. Utilizamos essas amostras de σ para gerar amostras da média (μ) de cada parâmetro.
4. Repetimos os passos anteriores 10.000 vezes para obter uma distribuição das estimativas de cada parâmetro.

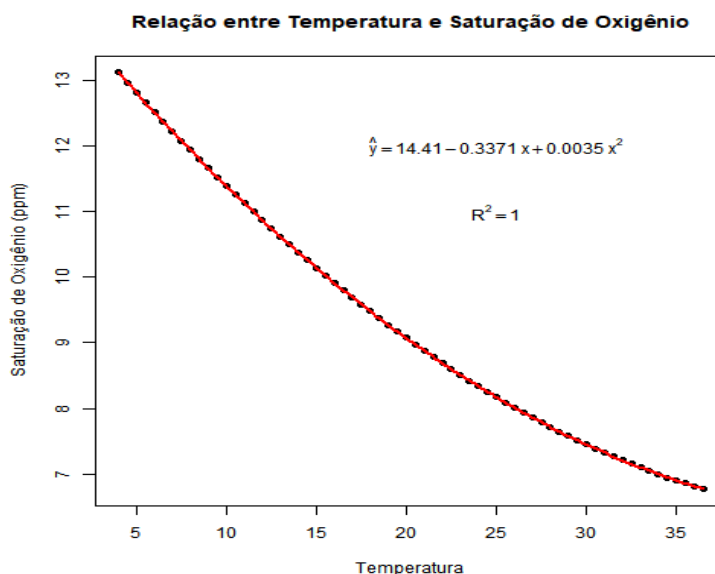
Todas as análises foram feitas utilizando o software R (R Core Team, 2024) considerando um nível de significância de 5% e os intervalos de confiança foram elaborados com o auxílio do pacote boot versão 1.3-28.1 Canty and Ripley (2022), com exceção do IQA cujo o intervalo de confiança foi estimado pela simulação Monte Carlo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da saturação de oxigênio

A figura 15 apresenta os pontos observados, a reta ajustada, a equação estimada e o coeficiente de determinação.

Figura 15. Gráfico com a reta ajustada, a equação estimada e o coeficiente de determinação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

3.2 Análise dos parâmetros físicos

Na tabela 4 são apresentados os resultados dos parâmetros físicos do IQA (turbidez, sólidos totais e temperatura).

Tabela 4 – Resultados dos parâmetros físicos do IQA nos pontos analisados.

Parâmetros IQA	Ponto 1 (A)	Ponto 2 (B)	Ponto 3 (C)	Ponto 4 (D)
Turbidez (NTU)	1,81	1,74	1,5114	2.001,14
Sólidos totais (mg/L)	376	443	38043	36643
Temperatura (°C)	26,6	25,1	28,2	28,2

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os pontos 03 e 04 apresentaram elevadas concentrações de sólidos, o que pode indicar uma zona de deposição de partículas com estagnação de água. Na tabela 5 são apresentados as estimativas médias e o intervalo de confiança de 95% dos parâmetros turbidez, resíduos totais e temperatura. Consta também a resolução Conama nº357/2005 para fins de comparação.

Tabela 5. Média e intervalo de confiança de 95% para os parâmetros turbidez, sólidos totais e temperatura

Parâmetros IQA	Média	Limite inferior	Limite superior	CONAMA 357/2005
Turbidez (NTU)	1,76	1,58	1,95	≤ 100 UNT
Sólidos totais (mg/L)	391,25	356,25	413,00	≤ 500 mg/L
Temperatura (°C)	26,95	25,85	28,42	≤ 40 °C

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Tendo como base a Resolução CONAMA nº357/2005 para rios de classe 2, observa-se que o Japu apresentou um limite superior de 1,95 NTU de turbidez, dessa forma podemos afirmar com 95% de confiança que está dentro do limite permitido pela Resolução CONAMA. Relativo aos sólidos totais, o limite inferior com 95% de confiança foi de 356,25 mg/L. Segundo Souza e Gastaldini (2014) valores próximos, iguais ou superiores a 200 mg/L indicam como uma justificativa possível o lançamento de esgoto *in natura* no corpo hídrico.

Ressalta-se que a turbidez é provocada pela presença de materiais em suspensão no corpo hídrico, como matéria orgânica e inorgânica, silte e argilas, dessa forma a alta

taxa de turbidez e dos resíduos totais pode reduzir a fotossíntese da vegetação enraizada e das algas. Logo, o desenvolvimento interrompido da flora aquática pode afetar a produtividade dos peixes (Gúzman et al., 2013; Santos et al, 2020).

O parâmetro de temperatura deve ser inferior a 40°C estabelecido na Resolução CONAMA nº357/2005 para águas doces. No trecho analisado do rio Cachoeira, o limite superior com 95% de confiança foi de 28,42°C estando coerente com as variações de temperatura do clima local. Ao analisarmos o limite inferior de 25,85°C, podemos inferir que esta estimativa se justifica devido a temperatura do ar no dia de coleta, na qual foi registrado 26°C. Além disso, nos pontos próximos à margem, ao estar localizado em um fragmento florestal que apresenta vegetação em estado mais denso, uma parte da radiação solar é interceptada pela mata ciliar. A temperatura quando alterada, influencia diretamente outros parâmetros físico-químicos da água, como viscosidade e tensão superficial da água. Já nos parâmetros biológicos, os organismos aquáticos também são afetados pela temperatura fora do limite, o que ocasiona impactos sobre o crescimento e reprodução desses seres (Fiorensi et al., 2021).

3.3 Análise dos parâmetros químicos

Na tabela 6 são apresentados os dados dos parâmetros químicos do IQA: potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT).

Tabela 6 – Resultados dos parâmetros químicos do IQA nos pontos analisados.

Parâmetros IQA	Ponto 1 (A)	Ponto 2 (B)	Ponto 3 (C)	Ponto 4 (D)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,2	10,4	7,6	8,4
pH	6,3	6,0	6,5	6,8
DBO (mg O ₂ /L)	32,19	27,21	28,09	27,12
Nitrogênio Total (mg N/L)	18,49	14,58	12,15	14,01
Fósforo Total (mg P/L)	6,39	3,75	4,32	4,79

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Na tabela 7 encontram-se as médias e o intervalo de confiança de 95% para os parâmetros da tabela 6 e, os valores segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 7 – Média e intervalo de confiança de 95% para os parâmetros potencial hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (PT)

Parâmetros IQA	Média	Limite inferior	Limite superior	CONAMA 357/2005
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,65	7,45	9,5	≥ 5 mg O ₂ /L
pH	6,4	6,13	6,73	6 a 9
DBO (mg O ₂ /L)	28,65	26,36	30,14	≤ 5 mg O ₂ /L
Nitrogênio Total (mg N/L)	14,81	12,25	16,86	≤ 2,18 mg N/L
Fósforo Total (mg P/L)	4,81	3,75	5,62	≤ 0,10 mg P/L

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que os valores de pH para águas doces de classe 2 devem estar na faixa de 6,0 a 9,0. Os limites inferiores (6,13) e superiores (6,73) do pH estimado com 95% de confiança para o Japu estão em conformidade com a faixa estabelecida pela Resolução. Nesse sentido, o pH das águas é influenciado pela quantidade de matéria orgânica alóctone e autóctone que precisa ser decomposta; quanto maior a quantidade de matéria orgânica, menor será o pH.

Ao avaliar o nível de oxigênio dissolvido (OD) neste trecho do rio Cachoeira, observou-se que o limite inferior de 7,45 mg/L está acima do valor mínimo preconizado pela Resolução. Dessa forma, podemos inferir com 95% de confiança que o Japu cumpre a Resolução CONAMA.

O OD é uma medida da concentração de oxigênio molecular (O₂) presente na água, é a variável com maior peso na compreensão e monitoramento da qualidade da água em diversos contextos ambientais, especialmente em ecossistemas aquáticos. A dissolução do oxigênio na água ocorre principalmente através da transferência do gás da atmosfera para a superfície da água e subsequente difusão para as camadas mais profundas. A concentração de oxigênio dissolvido em um corpo d'água é influenciada por diversos fatores físicos, químicos e biológicos, incluindo temperatura, pressão atmosférica, turbulência da água, atividade fotossintética das plantas aquáticas e atividade microbiana.

No que se refere à demanda bioquímica de oxigênio (DBO), o limite inferior foi de 26,36 mg O₂/L. A Resolução CONAMA nº 357/2005 considera o valor permitido como ≤ 5 mg O₂/L. Dessa forma, podemos inferir com 95% de confiança que o ponto do Japu excede os limites permitidos pela Resolução. Entende-se por DBO a quantidade de

oxigênio que é consumida pelos microrganismos presentes em uma determinada amostra de efluente ou água. Assim, considera-se uma água poluída aquela que apresenta menor concentração de OD e maior DBO (Júnior et al., 2018).

Relativamente ao parâmetro químico do nitrogênio, o limite inferior de 12,25 mg N/L encontra-se acima do limite aceitável da Resolução, que é de no máximo 2,18 mg N/L. Segundo Von Sperling (2014), a maior concentração de nitrogênio indica influência antrópica, ocorrendo devido ao lançamento de efluentes domésticos, industriais e de fertilizantes. O excesso de nitrogênio total em rios é um problema ambiental significativo, causado principalmente por atividades humanas. A agricultura é uma das maiores fontes de nitrogênio, especialmente devido ao uso intensivo de fertilizantes químicos. Esses fertilizantes contêm grandes quantidades de nitrogênio que, quando aplicados em excesso, não são completamente absorvidos pelas plantas e acabam sendo lixiviados para os cursos d'água através da chuva e da irrigação.

Além da agricultura, o escoamento urbano também contribui para o aumento de nitrogênio nos rios. Águas pluviais que correm por ruas e terrenos urbanos carregam resíduos de nitrogênio provenientes de excrementos de animais, resíduos de jardim e vazamentos de esgoto. As Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), quando não operam de maneira eficiente, também liberam nitrogênio na forma de amônia ou nitratos diretamente nos corpos hídricos (Von Sperling, 2014).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o limite total de fósforo como 0,10 mg P/L. O resultado demonstra que a presença de fósforo está acima (limite inferior de 3,75 mg P/L) do limite permitido pela legislação. Os aportes de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, são agentes catalisadores do processo de eutrofização. Esses dois nutrientes favorecem o meio aquático, enriquecendo-o e tornando-o propício ao crescimento de plantas aquáticas, como macrófitas (baronesas) e algas, o que pode resultar no surgimento de cianobactérias potencialmente tóxicas. Essas cianobactérias podem alterar a qualidade das águas, especialmente as destinadas ao abastecimento público (Barreto et al., 2013).

3.4 Análise do parâmetro biológico

A Resolução CONAMA nº 357/2005 determina a faixa de limite dos coliformes termotolerantes para águas doce, classe 2 devendo ser menor que 1.000 NMP/100 mL. Na tabela 8 encontram-se os valores obtidos em cada ponto.

Tabela 8 – Resultado do parâmetro biológico do IQA nos pontos analisados.

Parâmetros IQA	Ponto 1 (A)	Ponto 2 (B)	Ponto 3 (C)	Ponto 4 (D)
Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL)	336	2.100	3.960	4.450
CONAMA 274/2000 Balneabilidade	Imprópria	Imprópria	Imprópria	Imprópria

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Conforme podemos observar na tabela 9, o limite inferior estimado de 2.100 UFC/100 mL está acima do mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA que é de 1000 NMP/100mL. Logo, podemos inferir com 95% de confiabilidade que a água no ponto do Japu está imprópria.

Tabela 9 – Média e intervalo de confiança de 95% para a variável coliformes termotolerantes (UFC/100 mL).

Parâmetros IQA	Média	Limite inferior	Limite Superior	CONAMA 357/2005
Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL)	2836,5	1345,5	4431	1000 NMP/100 mL

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Ao realizar a análise da qualidade da água, se houver a detecção de contaminação por coliformes termotolerantes significa que naquele ponto houve descarga de esgoto bruto recente, o que aumenta a probabilidade da presença de patógenos que podem causar doenças infecciosas e intestinais, sendo contraídos por meio da veiculação hídrica, ao acessar água com baixa qualidade ou sem tratamento (Santos et al., 2017). Na classe dos coliformes são contemplados três gêneros distintos: *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, sendo este grupo composto por bactérias da família *Enterobacteriaceae*, possuindo a morfologia de bastonetes formadores de esporos aeróbios ou anaeróbios facultativos.

Especificamente sobre a *Escherichia coli*, estes são um grupo de microrganismos comum no organismo humano, principalmente no aparelho digestivo. Todavia, a *E. coli* é um patógeno que produz enterotoxinas que podem causar sintomas como diarreia e náusea, oriundas da contaminação alimentar ou veiculação hídrica (Oliveira et al., 2015).

No que concerne ao LQ (limite de quantificação inferior) – sendo a menor leitura capaz pelos equipamentos/metodologias aplicados, de cada parâmetro em cada ponto analisado, bem como o código da metodologia descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2022) estão disponíveis, e podem ser consultados nos apêndices A, B, C e D.

3.5 Análise do IQA

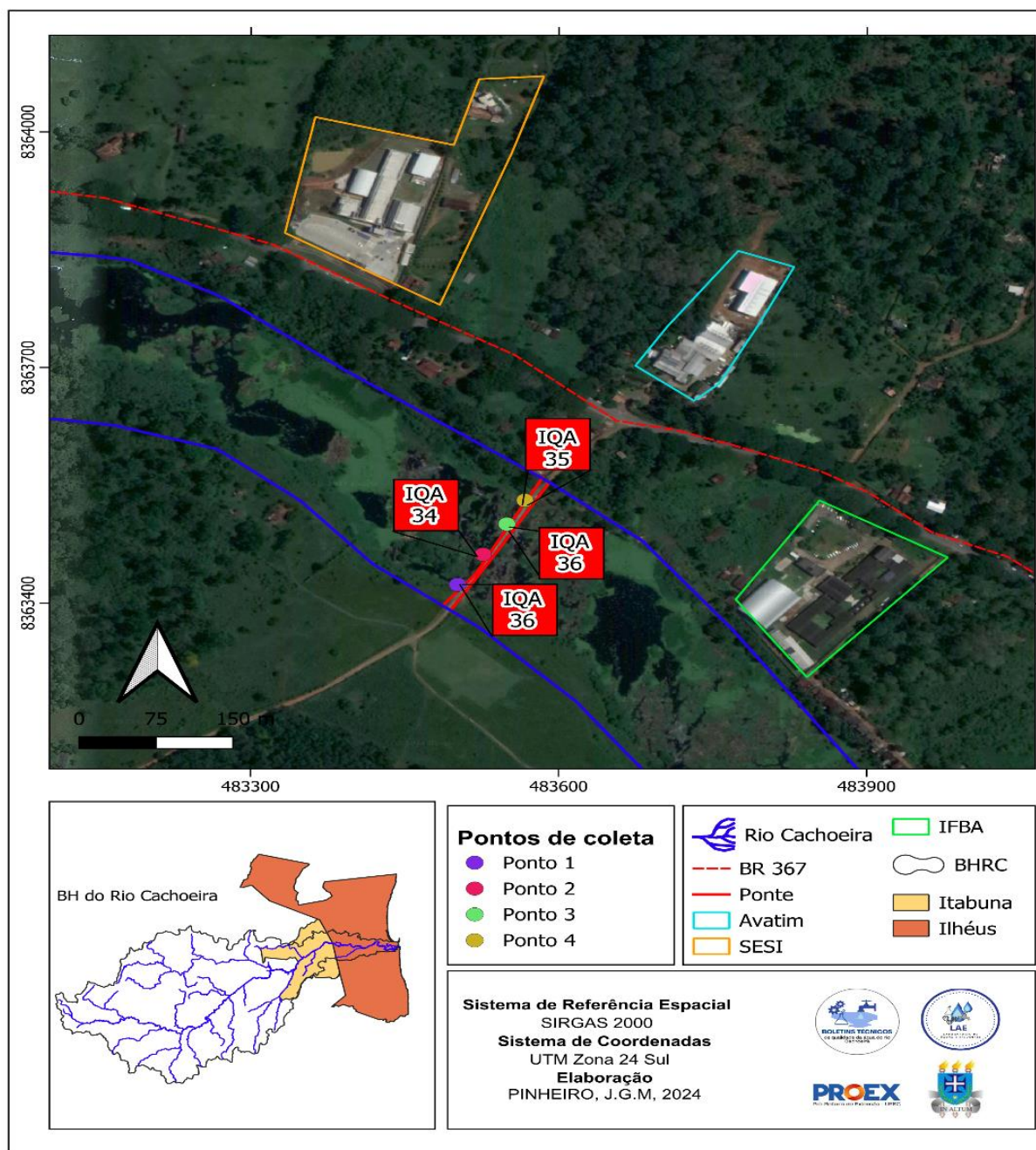
Os resultados estatísticos para o IQA encontram-se na tabela 10, o limite inferior do intervalo de confiança (30,74) está dentro da faixa de 19 a 36 e o limite superior do intervalo de confiança (38,92) se encontra dentro da faixa de 36 a 51. Logo, com 95% de confiança podemos classificar o ponto do Japu como ruim a regular. A figura 16 mostra a distribuição dos valores do IQA nos quatro pontos analisados no Japu.

Tabela 10 – Média e intervalo de confiança de 95% para a variável IQA.

Índice	Média	Limite inferior	Limite Superior
IQA	34,88	30,74	38,92

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Figura 16. Distribuição dos valores do IQA nos pontos amostrados.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

Diante deste panorama, alguns usos das águas não são recomendáveis devido a sua baixa qualidade, sendo eles: 1. Beber água diretamente do rio, sem tratamento avançado; 2. Natação, pesca com mergulho e atividades com corpo imerso no rio; 3. Irrigar hortaliças e folhas consumidas cruas ou frutas que se desenvolvem rentes ao solo; 4. Dessedentação de animais.

Portanto, é de extrema importância a recuperação das matas ciliares, uma vez que o novo Código Florestal Brasileiro, preconiza as Áreas de Preservação Permanente (APP) de corpo hídrico, como sendo áreas marginais de qualquer curso hídrico perene ou intermitente que possuam largura mínima proporcional à largura dos cursos d'água (BRASIL, 2012). Dessa forma, a presença de vegetação promove a proteção das águas superficiais, enquanto que a ação antropogênica reduz a qualidade da mesma. As APP desempenham um papel fundamental no que concerne à retenção sedimentológica, assim como demais elementos xenobióticos, favorece a saturação de água no solo, o que reduz o escoamento superficial e promove a retroalimentação do lençol freático da bacia (Rodrigues et al., 2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do panorama apresentado, o valor do IQA dos quatro pontos coletados na segunda campanha, no rio Cachoeira o limite inferior do intervalo de confiança (30,74) está dentro da faixa de 19 a 36 (ruim) e o limite superior do intervalo de confiança (38,92) se encontra dentro da faixa de 36 a 51 (regular). Logo, com 95% de confiança podemos classificar o ponto do Japu como de ruim a regular. O que significa águas impróprias para o tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessário tratamentos avançados.

O estudo mostrou que de acordo com os nove parâmetros, que compõem o Índice de Qualidade das Águas, o rio Cachoeira pode ser classificado como “ruim”, haja vista que a maioria dos parâmetros não estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Na maior extensão do rio, a atividade é rural, com exceção de Itabuna e Ilhéus que apresentam atividade industrial e urbana. Com relação ao esgoto doméstico lançado sem tratamento, pode-se verificar que apenas Itabuna e Ilhéus tratam seus esgotos, em 30 e 70%, respectivamente.

Portanto, recuperar a qualidade da água é um desafio crítico que envolve uma combinação de medidas tecnológicas, regulatórias, educacionais e de manejo ambiental. Abaixo estão algumas estratégias importantes para melhorar e recuperar a qualidade da água do rio Cachoeira na seção de medição do Japu:

1. Tratamento de Efluentes Domésticos e Industriais

Instalação de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE): Tratar esgotos domésticos e industriais antes de serem lançados em corpos d'água. Esse tratamento remove contaminantes físicos, químicos e biológicos.

Tecnologias Avançadas de Tratamento: Uso de processos como ultrafiltração, osmose reversa e biorreatores de membrana para tratar efluentes complexos.

Redução de Poluentes na Fonte: Implementação de práticas de produção mais limpa nas indústrias para reduzir a geração de resíduos e efluentes tóxicos.

2. Controle de Poluição Difusa

Manejo de Nutrientes em Áreas Agrícolas: Uso controlado de fertilizantes e pesticidas para minimizar a lixiviação e o escoamento para rios e lagos.

Barreiras e Zonas de Proteção: Criação de faixas de vegetação (zonas ripárias) ao longo das margens dos corpos d'água para reduzir a entrada de sedimentos, nutrientes e poluentes.

Controle de Erosão: Técnicas de conservação do solo, como plantio direto, cobertura vegetal e terraços, para evitar que sedimentos carreguem poluentes para os corpos d'água.

3. Recuperação de Áreas Degradadas

Restauração de Matas Ciliares: Replanteio de vegetação nativa ao longo das margens dos rios e lagos para estabilizar o solo, melhorar a infiltração de água e filtrar poluentes.

Desassoreamento: Remoção de sedimentos acumulados no fundo de rios e reservatórios para restaurar a capacidade de fluxo e qualidade da água.

Tratamento de Áreas Contaminadas: Limpeza e remoção de poluentes em áreas industriais abandonadas ou locais de descarte inadequado de resíduos.

4. Regulação e Fiscalização

Implementação e Cumprimento de Leis Ambientais: Reforço das regulamentações sobre descarga de efluentes e uso de produtos químicos perigosos.

Licenciamento Ambiental: Exigir licenças e monitoramento contínuo para atividades que possam impactar a qualidade da água.

Monitoramento e Inspeção: Criação de programas de monitoramento contínuo da qualidade da água e inspeções regulares em instalações industriais e de tratamento de esgoto.

5. Educação e Conscientização Pública

Campanhas de Conscientização: Educação da população sobre a importância da preservação dos recursos hídricos e práticas sustentáveis de uso da água.

Incentivo à Participação Comunitária: Envolver comunidades locais em projetos de conservação de água e recuperação de corpos d'água.

Redução de Resíduos: Promover a redução, reutilização e reciclagem de materiais para diminuir a carga de poluentes nos sistemas de esgoto e aterros.

6. Uso de Tecnologias Naturais de Tratamento

Wetlands Construídas: Áreas de vegetação alagada artificialmente para tratar efluentes urbanos e agrícolas, utilizando processos naturais de filtração e assimilação de nutrientes.

Bioengenharia: Uso de plantas e microrganismos para tratar águas contaminadas e estabilizar solos erodidos.

7. Gestão Sustentável de Recursos Hídricos

Planejamento e Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas: Coordenação de ações entre diferentes setores e usuários da bacia para promover o uso sustentável da água.

Uso Racional da Água: Incentivar práticas de economia de água em setores doméstico, industrial e agrícola para reduzir a demanda e o impacto sobre os corpos d'água.

8. Projetos de Reabilitação de Corpos d'Água

Oxigenação Artificial: Adicionar oxigênio a corpos d'água para melhorar a qualidade da água e a vida aquática.

Remoção de Espécies Invasoras: Controle de plantas e animais que afetam negativamente a qualidade da água e a biodiversidade local.

Instalação de Barreiras Flutuantes: Para conter a dispersão de algas nocivas e resíduos sólidos.

Essas medidas, quando combinadas, podem ajudar a recuperar e manter a qualidade da água em ambientes naturais e urbanos, promovendo a saúde ambiental e o bem-estar humano. A colaboração entre governos, indústrias, organizações não-governamentais e a sociedade civil é fundamental para o sucesso dessas iniciativas.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-rural-do-rio-de-janeiro/processos-quimicos/abnt-nbr-9898-coleta-de-agua/39024274>. Acesso em: 04. Jul. 2024.
- ACERVO ÁGUA. **Como medimos a qualidade da água?** (2021). Disponível em: <https://arvoreagua.org/saneamento/iqa-qualidade-da-agua>. Acesso em: 19 jun. de 2024.
- ALVES, E. D. L.; BIUDES, M. S. Análise da temperatura do ar e da umidade relativa: estudo de microclimas. **INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar**, v. 9, n. 2, p. 139-156, 2012.
- APHA-WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 24a. Edição, 2022.
- BAHIA. **Lei nº 11.612 de 08 de Outubro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Salvador, 2009.
- BARRETO, L. et al. Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia biosfera**, v. 9, n. 16, 2013.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **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, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 22 abr. 2024.
- Canty, A.; Ripley, B. D. **boot: Bootstrap R (S-Plus) Functions**, 2022. R package version 1.3-28.1.
- CARDOSO, J. T. A Mata Atlântica e sua conservação. **Revista Encontros Teológicos**, v. 31, n. 3, 2016.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em: [http://www.seia.ba.gov.br/sites/default/files/legislation/Lei_11612\[1\].pdf](http://www.seia.ba.gov.br/sites/default/files/legislation/Lei_11612[1].pdf). Acesso em: 07 abr. de 2024.
- CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_ltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

FERREIRA, K. C. D. et al. Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, p. 277-286, 2015.

FIORESE, C. H. U. et al. Avaliação da qualidade da água e análise do uso e ocupação de áreas de preservação permanente da Cachoeira do pedregulho, no município de Castelo, ES. **Cadernos Camilliani** e-ISSN: 2594-9640, v. 15, n. 3-4, p. 471-488, 2021.

FRANCO, M. P. V. Usos consuntivos da água em Minas Gerais. **Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica**, v. 33, p. 133-160, 2020.

GUZMÁN, L. et al. Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. **Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica**, v. 16, n. 1, p. 253-262, 2013.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP - Dados Históricos**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico**. 2022. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 ago. 2023.

JÚNIOR, A. S. M. et al. Avaliação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em uma lagoa facultativa. **INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovatio**. v. 6, p. 300-319, 2018.

OLIVEIRA, A. J. et al. Coliformes Termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água destinada ao consumo humano. **Atas de Saúde Ambiental - ASA**, v. 3, n. 2, p. 24-29, 2015.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2024. URL <http://www.R-project.org/>.

RODRIGUES, B. M. et al. Avaliação da influência do uso e cobertura da terra na qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Pirapozinho (SP). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 3, p. 738-753, 2019.

SANTANA, A. C. et al. Educação ambiental para a conscientização quanto ao uso da água. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 28, 2012.

SANTOS, A. A. et al. Avaliação da aplicação de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, sul da Bahia. **Revista de Gestão de Água da América Latina, Porto Alegre**, v. 8, n. 2, 2011.

SANTOS, G. B. et al. Avaliação dos parâmetros e do índice de qualidade da água para o Arroio Moreira/Fragata, Pelotas/RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 287-299, 2020.

SANTOS, N. B. C. et al. Aplicação da Análise Multivariada e da Resolução CONAMA 357/2005 para Análise da Qualidade de Água em Rios de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física [online]**, v. 11, n. 5, 2018.

SANTOS, R. A. et al. Balanço hídrico e classificação climática de Köppen e Thornthwaite no município de Feira de Santana (BA). **Geo Uerj**, n. 33, p. e34159-e34159, 2018.

SOUZA, J. R. et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do Prodem**, v. 8, n. 1, 2014.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.19, n.3, p.263-274, 2014.

TALAIA, M.; VIGÁRIO, C. Temperatura de ponto de orvalho: um risco ou uma necessidade. In: LOURENÇO, L. (coord.). **Geografia, Cultura e Riscos livro de homenagem ao prof. Dr. António Pedrosa**. Coimbra: Editora da Universidade de Coimbra. 346 p., 2016.

TUCCI, C. E. M. Usos e impactos dos recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente (Secretaria de Qualidade Ambiental)/ Rhama Consultoria Ambiental, 2006.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editora da UFMG. 4 ed. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Laudos laboratoriais do Ponto 1 (A) no bairro Japu, Ilhéus.



BAHIA ANALÍTICA

☎ 99099.9163-000 / 73.986.4492
 ✉ b.moreira@bahianal.com
 📍 Rua 2, N.º 4 - Avenida Brasil, 44200-000, Ilhéus, Bahia
 🏠 CNPJ: 09.64.1239/0001-51

Laboratório certificado



Registro: 075502631

RD 16.01.02 - RELATÓRIO DE ENSAIO - Este documento somente é válido quando apresentado em sua totalidade sem alterações. Os dados relatados representam apenas, e somente apenas, a amostra aqui analisada.

RELATÓRIO DE ENSAIO - AG20241244

Revisão do laudo:	Não houveram revisões neste laudo.	Início das análises: 04/07/2024
		Laudo emitido em: 23/07/2024

Cliente CNPJ ou CPF:	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ 40.738.999/0001-95		
Endereço:	UESC - Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, km 16, Salobrinho		
E-mail:	mpmoreira@uesc.br	Telefone:	+55 73 92000-4678
Requerente/Solicitante:	Prof. Dr. Mauro de Paula Moreira	Coletador:	O cliente
Amostragem:	Água: Ponto A Data da coleta: 04/07/2024 Entrada no Laboratório: 04/07/2024 - 12:18		
Temperatura de recebimento (°C):	18,8		
1ª Legislação:	Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888/2021		
Interpretação dos resultados:	NÃO SE APLICA		

RESULTADOS DOS ENSAIOS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	LQ	VMP	MÉTODO	DATA DE ENSAIO
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	3,36x10 ²	1	-	SMWW 9222 A/B/G	04/07/2024
pH**	UpH	6,3	**	-	**	04/07/2024
Oxigênio dissolvido**	mg/L	8,2	**	-	**	04/07/2024
Variação temperatura**	°C	-0,6	**	-	**	04/07/2024
Nitrogênio total	mg/L	18,49	0,21	-	PE 10.07_00	06/07/2024
Fósforo total	mg/L	6,39	0,10	-	SMWW 4500P C	04/07/2024
Turbidez	NTU	1,81	1,14	-	SMWW 2130 B	04/07/2024
Resíduos totais (como sólidos totais)	mg/L	376	43	-	SMWW 2540 B	10/07/2024
Demanda biológica de oxigênio	mg/L	32,19	2,50	-	SMWW 5210 B	04/07/2024

*Análises realizadas em campo;
 **Análises realizadas pelo(a) contratante(s), como formalidade;
 ***Análises realizadas em laboratório(s) externo(s);
 ****Análises realizadas por laboratório(s) externo(s) listados em RBE/INMETRO.

Conclusão do processo de serviço analítico da amostra: N/A.



Nicolás M. G. O. Campos
 BACH. em Ciências Exatas
 Engenheiro de Alimentos
 Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente
 Rua W. Eng. de Regeneração Travenço
 CEP: 41.030-078 | CEP: 84.96-95655-8



Avambergue N. Dantas
 Engenheiro de Alimentos
 Técnico

Sugestões e Reclamações: (73) 99956-8094

Laboratório certificado



Registro: 075502631

Página 1 de 2



Laboratório certificado

Conselho Regional de Química
7ª REGIÃO - BAHIA

Registro: 075502631

RQ 16.01.02 - RELATÓRIO DE ENSAIO - Este documento somente é válido quando apresentado em sua totalidade sem alterações. Os dados relatados representam apenas, e somente apenas, a amostra aqui relatada.

RELATÓRIO DE ENSAIO - AG20241244

PARECER TÉCNICO

Redigido por:

Eng. Quím. Nicolas Mateus Cosme O. Campos

CRQ-BA 073001798 | CREA-BA 051956556-8

Importante: Os pareceres e interpretações dos resultados expressos abaixo não fazem parte do escopo do credenciamento deste laboratório, e é de responsabilidade única do redator citado.

N/A

LEGENDA INFORMATIVA

AC - Ensaio realizado em campo pela Bahia Analítica.
 ASTM - American Society for Testing and Materials (EUA).
 EPA - Environmental Protection Agency (EUA).
 ISO - International Standards Organization.
 LQ - Limite de quantificação inferior - sendo a menor leitura capaz pelos equipamentos/metodologias aplicados.
 N/A - Não aplicável.
 NRC - Não requisitado pelo cliente.
 PE - Procedimento de ensaio.
 RC - Ensaio realizado pelo cliente, resultados não são de responsabilidade da Bahia Analítica.
 SPE - Serviço realizado por provedor(es) externos.
 SMWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
 SRCNN - Soma das razões de concentração de nitrato e nitrito.
 VMP - Valor máximo permitido, sendo a faixa ou maior concentração, nível permitido pela legislação referência para uma devida finalidade.

INFORMAÇÕES ACERCA DA COLETA

Amostragem(ns) realizada(s) pelo(a)(s) cliente(s). Amostra(s) analisada(s) conforme recebida(s) e de acordo com informação(ões) fornecida(s) pelo(a)(s) cliente(s).

MEMORIAL DE CÁLCULOS E TRANSFORMAÇÕES DE UNIDADES

N/A

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 24ª Edição: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, EUA. 2022.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL HEALTH PROTECTION AGENCY. Method 353.2, Revision 2.0: Determination of Nitrate-Nitrite Nitrogen by Automated Colorimetry. Cincinnati, EUA. 1993.

Verifique a validade do documento:




NICOLAS MATEUS COSME O. CAMPOS
 Engenheiro Químico
 Engenheiro de Laboratório
 Engenheiro de Registro do Trabalho
 CREA-BA 051956556-8


AVANDERTIQUE N. DAMÁS
 Coordenadora Técnica
 CRQ-BA 073001798



6

ÁGUA POTÁVEL
E SANEAMENTO

14

VIDA NA
ÁGUA

15

VIDA TERRESTRE

Saiba mais sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em:
<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Sugestões e Reclamações: (73) 99956-8094

Página 2 de 2

APÊNDICE B – Laudos laboratoriais do Ponto 2 (B) no bairro Japu, Ilhéus.



Tel: (71) 3104-9100 | 9999-7496
 Fax: (71) 3104-9100 | 9111-1111
 Site: www.bahianalita.com.br
 Rua: TA/A, Povoado Ilhéus, Itabuna BA, Brasil
 CNPJ: 05.544.329/0001-99

Laboratório certificado

 Registro: 075502631

RD 16.01.02 - RELATÓRIO DE ENSAIO - Este documento somente é válido quando assinado em sua totalidade sem alterações. Os dados relatados representam apenas, e somente apenas, a amostra aqui relatada.

RELATÓRIO DE ENSAIO - AG20241245

Revisão do laudo:	Não houveram revisões neste laudo.	Início das análises: 04/07/2024
		Laudo emitido em: 23/07/2024
Cliente CNPJ ou CPF:	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ 40.738.999/0001-95	
Endereço:	UESC - Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, km 16, Salobrinho	
E-mail:	mpmoreira@uesc.br	Telefone: +55 73 92000-4678
Requerente/Solicitante:	Prof. Dr. Mauro de Paula Moreira	Coletador: O cliente
Amostragem:	Água: Ponto B Data da coleta: 04/07/2024 Entrada no Laboratório: 04/07/2024 - 12:18	
Temperatura de recebimento (°C):	18,8	
1ª Legislação:	Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888/2021	
Interpretação dos resultados:	NÃO SE APLICA	

RESULTADOS DOS ENSAIOS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	LQ	VMP	MÉTODO	DATA DE ENSAIO
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	2,60x10 ²	1	-	SMWW 9222 A/B/G	04/07/2024
pH**	UpH	6,0	**	-	**	04/07/2024
Oxigênio dissolvido**	mg/L	10,4	**	-	**	04/07/2024
Varição temperatura**	°C	-0,9	**	-	**	04/07/2024
Nitrogênio total	mg/L	14,58	0,21	-	PE 10.07_00	06/07/2024
Fósforo total	mg/L	3,75	0,10	-	SMWW 4500P C	04/07/2024
Turbidez	NTU	1,74	1,14	-	SMWW 2130 B	04/07/2024
Resíduos totais (como sólidos totais)	mg/L	443	43	-	SMWW 2540 B	10/07/2024
Demanda biológica de oxigênio	mg/L	27,21	2,50	-	SMWW 5210 B	04/07/2024

**Análises realizadas em campo;
 ***Análises realizadas por (e) contratante(s), como fornecedor(s);
 ****Análises realizadas em laboratório externo(s);
 *****Análises realizadas por laboratório(s) externo(s) (estado(s) em RELEVOMETRO).

Conclusão do processo de serviço analítico da amostra: N/A.

Nelsons M. Soares
 Diretor Técnico
 Engenharia Química
 Multicampus Descentralizado Regional de Ilhéus, Universidade
 Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado, km 16, Salobrinho,
 Ilhéus - BA, 45608-900, Brasil
 Sugestões e Reclamações: (73) 99956-8094

Laboratório certificado

 Registro: 075502631



Telefone: (71) 3632-1221 | (71) 3066-1472
 E-mail: bahiaanalitica@gmail.com
 Site: www.bahianal.com.br
 Rua 2, N.º 4, A.º 1001 | Caixa Postal 41.100-000, Ilhéus
 CNPJ: 09.956.122/0001-53

Laboratório certificado



Conselho Regional de Química
7ª REGIÃO - BAHIA

Registro: 075502631

RD 18.01.23 - RELATÓRIO DE ENSAIO - Este documento somente é válido quando apresentado em sua totalidade sem alterações. Os dados relatados representam apenas, e somente apenas, a amostra aqui relatada.

RELATÓRIO DE ENSAIO - AG20241244

PARECER TÉCNICO

Redigido por:

Eng. Quím. Nicolas Mateus Cosme O. Campos
CRQ-BA 073001798 | CREA-BA 051956556-8

Importante: Os pareceres e interpretações dos resultados expressos abaixo não fazem parte do escopo do credenciamento deste laboratório, e é de responsabilidade única do redator citado.

N/A

LEGENDA INFORMATIVA

AC - Ensaio realizado em campo pela Bahia Analítica.
 ASTM - American Society for Testing and Materials (EUA).
 EPA - Environmental Protection Agency (EUA).
 ISO - International Standards Organization.
 LQ - Limite de quantificação inferior - sendo a menor leitura capaz pelos equipamentos/metodologias aplicados.
 N/A - Não aplicável.
 NRC - Não requisitado pelo cliente.
 PE - Procedimento de ensaio.
 RC - Ensaio realizado pelo cliente, resultados não são de responsabilidade da Bahia Analítica.
 SPE - Serviço realizado por provedor(es) externos.
 SMWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
 SRCNN - Soma das razões de concentração de nitrato e nitrito.
 VMP - Valor máximo permitido, sendo a faixa ou maior concentração, nível permitido pela legislação referência para uma devida finalidade.

INFORMAÇÕES ACERCA DA COLETA

Amostragem(ns) realizada(s) pelo(a)(s) cliente(s). Amostra(s) analisada(s) conforme recebida(s) e de acordo com informação(ões) fornecida(s) pelo(a)(s) cliente(s).

MEMORIAL DE CÁLCULOS E TRANSFORMAÇÕES DE UNIDADES

N/A

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 24ª Edição: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, EUA, 2022.
 UNITED STATES ENVIRONMENTAL HEALTH PROTECTION AGENCY. Method 353.2, Revision 2.0: Determination of Nitrate-Nitrite Nitrogen by Automated Colorimetry, Cincinnati, EUA, 1993.

Verifique a validade do documento:



Nicolas Mateus Cosme O. Campos
 Engenheiro Químico
 Engenheiro de Segurança do Trabalho
 CRQ-BA 073001798 | CREA-BA 051956556-8

Ivanirque N. Dantas
 Corresponsável Técnico
 Engenheiro Químico
 CRQ-BA 073001798 | CREA-BA 051956556-8



Saiba mais sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Sugestões e Reclamações: (73) 99956-8094

Página 2 de 2

APÊNDICE C- Laudos laboratoriais do Ponto 3 (C) no bairro Japu, Ilhéus.



Telefone: (71) 3333-7496
 E-mail: lab@bahianalita.com.br
 Site: www.bahianalita.com.br
 Rua: R. A. Nova Holanda, Ilhéus, Bahia
 CNPJ: 05.641.323/0001-99

Laboratório certificado

 Conselho Regional de Química
 7ª REGIÃO - BAHIA

Registro: 075502631

RD 16.01.02 - RELATÓRIO DE ENSAIO - Este documento somente é válido quando apresentado em sua totalidade sem alterações. Os dados relatados representam apenas, e somente apenas, a amostra aqui relatada.

RELATÓRIO DE ENSAIO - AG20241246

Revisão do laudo:	Não houveram revisões neste laudo.	Início das análises: 04/07/2024
		Laudo emitido em: 23/07/2024
Ciente CNPJ ou CPF:	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ 40.738.999/0001-95	
Endereço:	UESC - Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, km 16, Salobrinho	
E-mail:	mpmoreira@uesc.br	Telefone: +55 73 92000-4678
Requerente/Solicitante:	Prof. Dr. Mauro de Paula Moreira	Coletador: O cliente
Amostragem:	Água: Ponto C Data da coleta: 04/07/2024 Entrada no Laboratório: 04/07/2024 - 12:18	
Temperatura de recebimento (°C):	18,8	
1ª Legislação:	Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888/2021	
Interpretação dos resultados:	NÃO SE APLICA	

RESULTADOS DOS ENSAIOS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	LQ	VMP	MÉTODO	DATA DE ENSAIO
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	3,96x10 ³	1	-	SMWW 9222 A/B/G	04/07/2024
pH**	UpH	6,5	**	-	**	04/07/2024
Oxigênio dissolvido**	mg/L	7,6	**	-	**	04/07/2024
Variação temperatura**	°C	2,0	**	-	**	04/07/2024
Nitrogênio total	mg/L	12,15	0,21	-	PE 10.07_00	06/07/2024
Fósforo total	mg/L	4,32	0,10	-	SMWW 4500P C	04/07/2024
Turbidez	NTU	1,51	1,14	-	SMWW 2130 B	04/07/2024
Resíduos totais (como sólidos totais)	mg/L	380	43	-	SMWW 2540 B	10/07/2024
Demanda biológica de oxigênio	mg/L	28,09	2,50	-	SMWW 5210 B	04/07/2024

*Análises realizadas em campo.

**Análises realizadas pelo(s) contratante(s), como fornecedor(s).

***Análises realizadas em laboratório(s) externo(s).

****Análises realizadas por laboratório(s) externo(s) listado(s) em RBE/LINMETRO.

Conclusão do processo de serviço analítico da amostra: N/A.

Nicolau M. L. Campos
 Responsável Técnico
 Engenheiro Químico
 Matrícula OAB/BA 10.123/2010
 Crg em Eng. de Segurança de Trabalho
 CRTP nº 01071751 (04/04/2016)

Ivanherylan N. Santos
 Responsável Técnico
 Biólogo
 Matrícula 12345

Sugestões e Reclamações: (73) 99956-8094

Laboratório certificado

Conselho Regional de Química
 7ª REGIÃO - BAHIA

Registro: 075502631

Página 1 de 2



WhatsApp: (71) 3033-1221 | 71) 3033-1221
 E-mail: bahiaanalitica@gmail.com
 Site: www.bahianalitica.com.br
 Rua 2, N.º 4, A.º 10, Ilhabela, Itabuna, BA, 45.145-110
 CEP: 45.145-110 | CNPJ: 12.229.020-57

Laboratório certificado



Conselho Regional de Química
 7ª REGIÃO - BAHIA

Registro: 075502631

PD 18.01.22 - RELATÓRIO DE ENSAIO - Este documento somente é válido quando apresentado em sua totalidade sem alterações. Os dados relatados representam apenas, e somente apenas, a amostra aqui relatada.

RELATÓRIO DE ENSAIO - AG20241244

PARECER TÉCNICO

Redigido por:

Eng. Quím. Nicolas Mateus Cosme O. Campos
 CRQ-BA 073001798 | CREA-BA 051956556-8

Importante: Os pareceres e interpretações dos resultados expressos abaixo não fazem parte do escopo do credenciamento deste laboratório, e é de responsabilidade única do redator citado.

N/A

LEGENDA INFORMATIVA

AC - Ensaio realizado em campo pela Bahia Analítica.
 ASTM - American Society for Testing and Materials (EUA).
 EPA - Environmental Protection Agency (EUA).
 ISO - International Standards Organization.
 LQ - Limite de quantificação inferior - sendo a menor leitura capaz pelos equipamentos/metodologias aplicados.
 N/A - Não aplicável.
 NRC - Não requisitado pelo cliente.
 PE - Procedimento de ensaio.
 RC - Ensaio realizado pelo cliente, resultados não são de responsabilidade da Bahia Analítica.
 SPE - Serviço realizado por provedor(es) externos.
 SMWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
 SRCNN - Soma das razões de concentração de nitrato e nitrito.
 VMP - Valor máximo permitido, sendo a faixa ou maior concentração, nível permitido pela legislação referência para uma devida finalidade.

INFORMAÇÕES ACERCA DA COLETA

Amostragem(ns) realizada(s) pelo(a)(s) cliente(s). Amostra(s) analisada(s) conforme recebida(s) e de acordo com informação(ões) fornecida(s) pelo(a)(s) cliente(s).

MEMORIAL DE CÁLCULOS E TRANSFORMAÇÕES DE UNIDADES

N/A

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 24ª Edição: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, EUA, 2022.
 UNITED STATES ENVIRONMENTAL HEALTH PROTECTION AGENCY. Method 353.2, Revision 2.0: Determination of Nitrate-Nitrite Nitrogen by Automated Colorimetry, Cincinnati, EUA, 1993.

Verifique a validade do documento:



Nicolas Mateus Cosme O. Campos
 Engenheiro Químico
 Engenheiro de Segurança do Trabalho
 CREA-BA 051956556-8

Ivanirique N. Dantas
 Responsável Técnico
 CRQ-BA 073001798



Saiba mais sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em:
<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Sugestões e Reclamações: (71) 99956-8094

Página 2 de 2



Telefone: (71) 3633-1222 | 711 9006 4892
 E-mail: bahianalica@gmail.com
 Site: www.bahianalica.com.br
 Rua 2, N.º 4, A.º 10, Vila Ilhéus, Itabuna - BA, 45610-000
 CEP: 45610-000

Laboratório certificado



Conselho Regional de Química
 7ª REGIÃO - BAHIA

Registro: 075502631

PD 18.01.23 - RELATÓRIO DE ENSAIO - Este documento somente é válido quando apresentado em sua totalidade sem alterações. Os dados relatados representam apenas, e somente apenas, a amostra aqui relatada.

RELATÓRIO DE ENSAIO - AG20241244

PARECER TÉCNICO

Redigido por:

Eng. Quím. Nicolas Mateus Cosme O. Campos
 CRQ-BA 073001798 | CREA-BA 051956556-8

Importante: Os pareceres e interpretações dos resultados expressos abaixo não fazem parte do escopo do credenciamento deste laboratório, e é de responsabilidade única do redator citado.

N/A

LEGENDA INFORMATIVA

AC - Ensaio realizado em campo pela Bahia Analítica.
 ASTM - American Society for Testing and Materials (EUA).
 EPA - Environmental Protection Agency (EUA).
 ISO - International Standards Organization.
 LQ - Limite de quantificação inferior - sendo a menor leitura capaz pelos equipamentos/metodologias aplicados.
 N/A - Não aplicável.
 NRC - Não requisitado pelo cliente.
 PE - Procedimento de ensaio.
 RC - Ensaio realizado pelo cliente, resultados não são de responsabilidade da Bahia Analítica.
 SPE - Serviço realizado por provedor(es) externos.
 SMWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
 SRCNN - Soma das razões de concentração de nitrato e nitrito.
 VMP - Valor máximo permitido, sendo a faixa ou maior concentração, nível permitido pela legislação referência para uma devida finalidade.

INFORMAÇÕES ACERCA DA COLETA

Amostragem(ns) realizada(s) pelo(a)(s) cliente(s). Amostra(s) analisada(s) conforme recebida(s) e de acordo com informação(ões) fornecida(s) pelo(a)(s) cliente(s).

MEMORIAL DE CÁLCULOS E TRANSFORMAÇÕES DE UNIDADES

N/A

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 24ª Edição: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, EUA, 2022.
 UNITED STATES ENVIRONMENTAL HEALTH PROTECTION AGENCY. Method 353.2, Revision 2.0: Determination of Nitrate-Nitrite Nitrogen by Automated Colorimetry, Cincinnati, EUA, 1993.

Verifique a validade do documento:



Nicolas Mateus Cosme O. Campos
 Engenheiro Químico
 Engenheiro de Segurança do Trabalho
 CREA-BA 073001798 | CREA-BA 051956556-8

Ivanir Marques N. Dantas
 Responsável Técnico
 Engenheiro Químico
 CREA-BA 073001798 | CREA-BA 051956556-8



Saiba mais sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em:
<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Sugestões e Reclamações: (71) 99956-8094

Página 2 de 2



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
Pró-Reitoria de Extensão
Departamento de Engenharias e Computação
Boletins técnicos de qualidade da água do rio cachoeira no trecho
Itabuna-Ilhéus
Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, km 16,
Bairro Salobrinho
CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil
Tel.: (73) 3680-5108/5116/5114