

BOLETIM TÉCNICO



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

V. 1, N. 1, Abr./Jun. 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

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. 1 (2024 -). – Ilhéus, BA: Editus, 2024. 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>
------	--

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. No trecho Itabuna-Ilhéus uma parte da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC) está localizada nas manchas urbanas de ambos os municípios, dessa forma existe o lançamento de esgoto doméstico e efluentes industriais *in natura* diretamente sobre o rio. Aliado ao desmatamento e a poluição deste manancial, tem-se como produto a baixa qualidade da água o que predispõe a população residente nestes municípios às doenças por 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 em decorrência de doenças por veiculação hídrica, da população total crianças na faixa 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).

Desta forma, este projeto tem como objetivo principal atuar na coleta e análise de amostras d'água do rio Cachoeira, a fim de analisar os nove parâmetros que compõe 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 subsidia as gestões municipais e a comunidade acadêmica com dados que são relevantes para a implementação/implantação de políticas públicas e ações de conservação e recuperação deste 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, membro do Câmara de Pesquisa e Pós Graduação e do Comitê Local de Iniciação Científica. 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.....	9
2 MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1 Características da área	11
2.2 Coleta das amostras de água.....	15
2.3 Índice de Qualidades das Águas (IQA).....	20
2.4 Análise laboratorial dos parâmetros do IQA.....	23
2.5 Análise estatística dos dados	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
3.1 Análise descritiva.....	31
3.2 Análise Inferencial	31
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos mais importantes e essenciais para as formas de vida, sendo indispensável para a manutenção de ciclos naturais físicos e biológicos, haja vista que nenhum processo metabólico ocorre sem a presença direta ou indireta da água. Além de sua importância, a água é o elemento que possui maior distribuição, sendo a crosta terrestre coberta por 70% deste elemento (Souza *et al.*, 2014). A utilização da água não é intrínseca apenas à natureza, mas pela importância que exerce na saúde, economia e na própria qualidade de vida humana (Souza *et al.*, 2014). Sob a ótica cultural, a água sempre esteve presente na construção e crescimento das civilizações que se estabeleceram ao longo da chamada “crescente fértil”, na qual a proximidade com corpos hídricos foi e ainda é, um fator preponderante para o estabelecimento e desenvolvimento de diversas sociedades ao longo do tempo.

O 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, o usos consuntivos setoriais são: irrigação (50,5%), abastecimento humano (23,9%), atividades industriais (9,4%), abastecimento rural (1,6%), mineração (1,6%), termelétrica (5,0%) e uso animal (8,1%) (ANA, 2023). Os usos não consuntivos por sua vez, referem-se aos usos pelo qual a água é utilizada no seu próprio manancial, sem a necessidade de retirada, ou quando a água é retirada, ela é captada e retorna de maneira integral para o rio ou lago. Como exemplos de uso consuntivo destaca-se a geração de energia hidrelétrica, navegação, lazer e a pesca (Targa *et al.*, 2019).

Atualmente, a disponibilidade e qualidade da água são comprometidas pelas ações antrópicas resultando em prejuízos para a própria sociedade. A contaminação das águas configura-se como um problema ambiental grave e também de saúde pública, sendo essa contaminação alterando as características da água, como os aspectos químicos, físicos e biológicos (Santana *et al.*, 2012). Diversas intervenções antropogênicas como como supressão vegetal, impermeabilização dos solos e lançamento de esgotos e efluentes nos corpos hídricos, predispõem à contração das doenças por veiculação hídrica, como a diarreia, dengue, leptospirose, cólera e esquistossomose. No que concerne à poluição dos corpos hídricos, este podem ocorrer de

duas formas: poluição pontual e difusa. A poluição pontual é caracterizada por lançamentos individuais, no qual pode ser identificado facilmente, assim como o seu controle e remediação ocorre de maneira mais eficiente e em menor tempo. A poluição difusa por sua vez, caracteriza-se por atingir os mananciais hídricos de maneira indireta, sendo o controle e remediação mais difícil e oneroso (Von Sperling, 2011).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que reúne dezessete metas globais para atingir a sustentabilidade. No sexto objetivo está preconizado “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”, sendo a finalidade de cumprir esta meta até 2030. Dessa forma, cabe ressaltar a responsabilidade e o comprometimento da iniciativa pública e privada no que concerne à conservação dos recursos hídricos e a promoção da água de qualidade para as populações. No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos a água como um bem de domínio público, agregado de valor econômico, cujo o uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais e a gestão hídrica 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 a sua utilização. Uma das formas de determinar a qualidade da água é pelo Índice de Qualidade das Água (IQA), desenvolvido e preconizado pela *National Sanitation Foundation* (NSF). 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, nitrato, 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, através dos nove padrões que compõem o IQA em quatro pontos diferentes ao longo do rio. Esta análise está pautada no subsídio à criação de políticas públicas (planos municipais de Saneamento) e ações direcionadas à recuperação e conservação ambiental do rio Cachoeira, bem como informar a população dos

municípios contemplados a respeito da 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 longitude -40,155311 oeste, -39,032804 leste (Figura 1). Ao norte está 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 nove municípios, a saber: Ilhéus, Itabuna, Ibicaraí, Itapé, Jussari, Itajú do

Colônia, Floresta Azul, Itororó, Itapeitinga e Firmino Alves

Considerado como um dos principais rios que compõem a BHRC, o Rio Colônia, após percorrer 100 km contemplando os municípios de Itororó, Itapeitinga e Itajú do Colônia, tem sua confluência com o Rio Salgado no município de Itapé, passando então a se tornar o Rio Cachoeira. O rio Salgado possui suas nascentes no município de Firmino Alves e possuindo um comprimento 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 contemplados pela bacia, possuem ao todo 403.539 habitantes (Tabela 1). Segundos 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%.

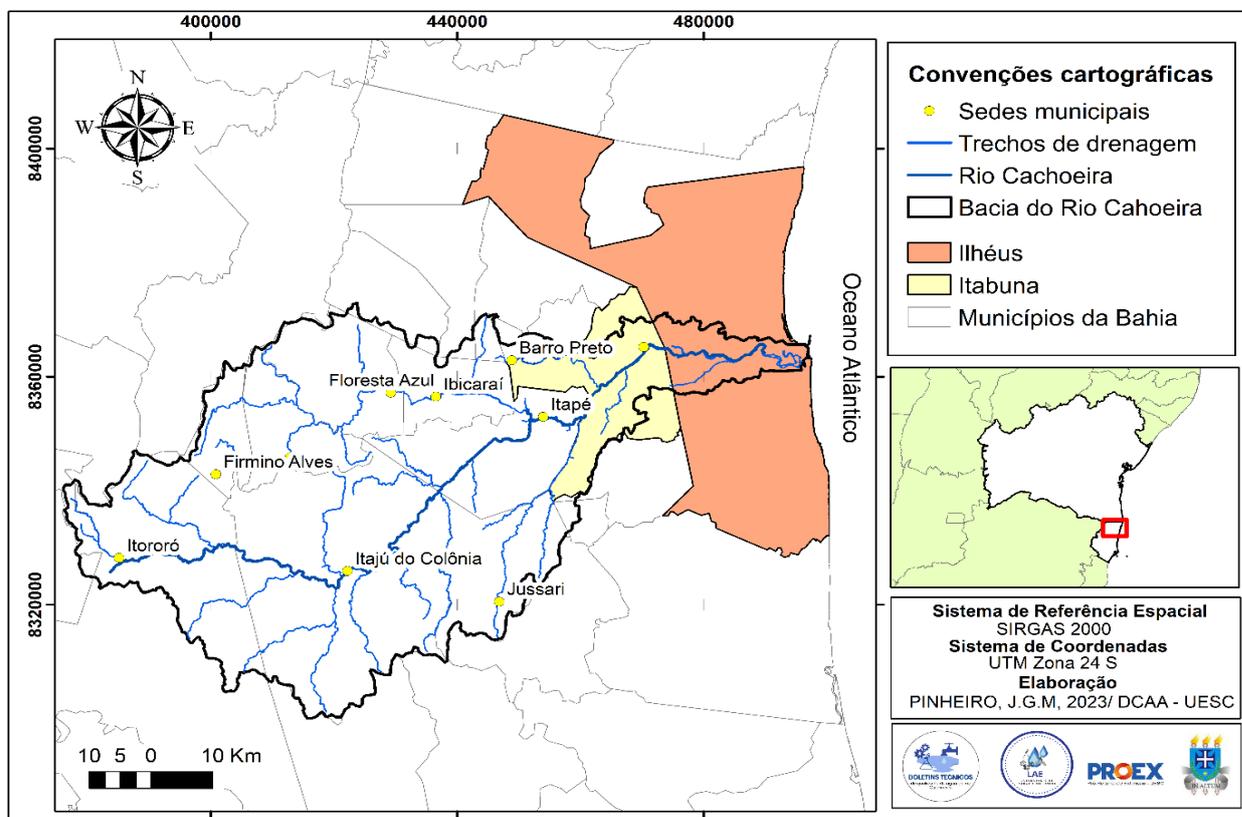
Tabela 1. População e tratamento de esgoto nos municípios contemplados pela BHRC.

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

(-) 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 a necessidade de uma gestão e planejamento que contemplem as bacias hidrográficas estaduais.

Dessa forma, através do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) foi definido a regionalização para a gestão de recursos hídricos sendo definidas 26 RPGA, promulgada em 2009 pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH). Destarte em âmbito estadual a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) instituída pela Lei nº 11.612 de 2009 e tem como objetivo principal estabelecer as diretrizes para a sistematização e gerenciamento dos recursos hídricos, bem como considerando a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão. O PERH tem como diretrizes base: i) a água enquanto 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 um recurso natural limitado dotado de valor econômico (BAHIA, 2009).

No tocante as 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, sendo elas: Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa (Figura 2). Do ponto de vista ambiental, este bioma é responsável pela regulação dos mananciais hídricos, promover a fertilidade do solo, controle do equilíbrio climático e térmico, bem como a proteção de escarpas e encostas (Cardoso et al., 2016).

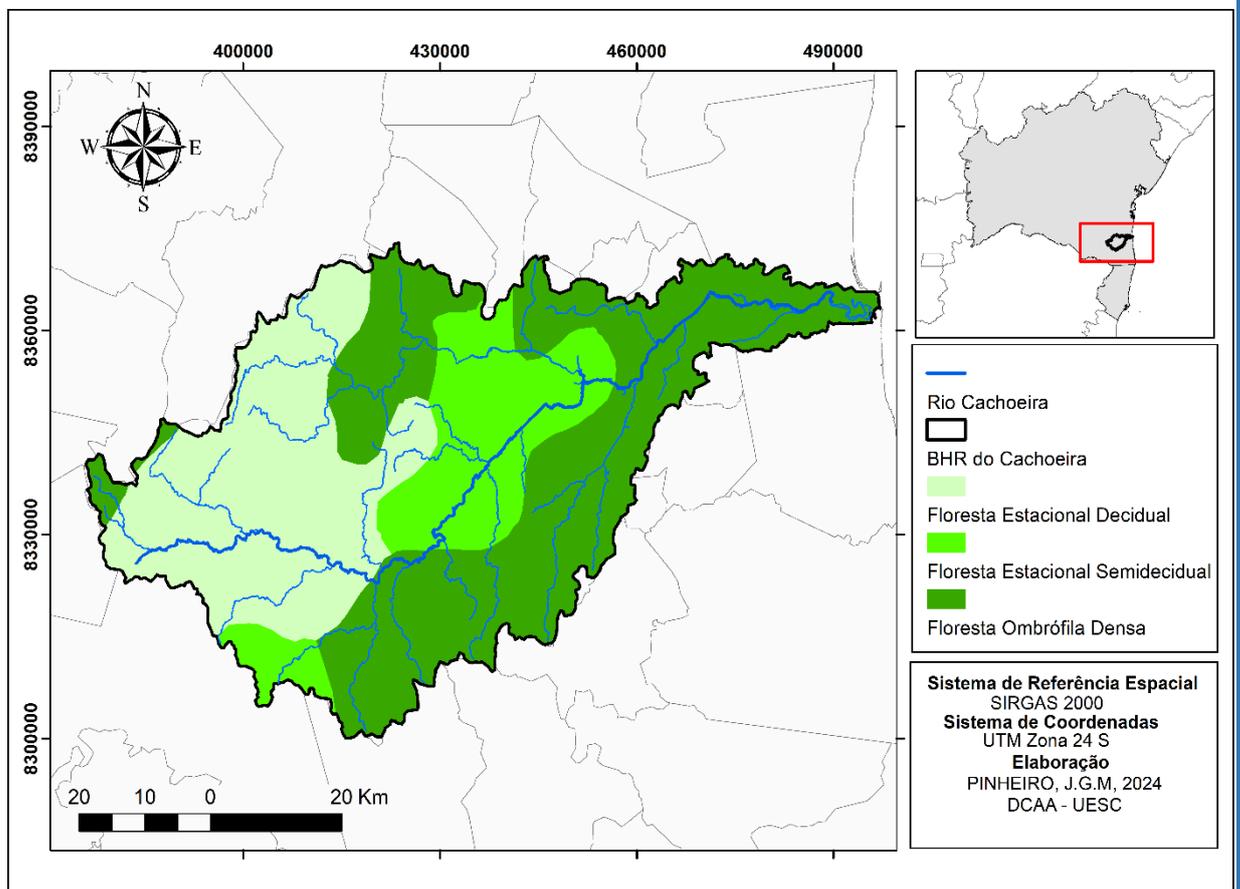
O estágio de conservação atual da mata atlântica demonstra-se preocupante, configurando-se como um dos biomas mais devastados do mundo, na qual cerca de 120 milhões pessoas habitam neste bioma.

Dessa forma, a pressão antrópica neste ambientes naturais comprometem a fauna e flora, além de compromete a segurança hídrica dos mananciais presentes na bacias e sub-

bacias localizadas neste bioma. Existe um consenso a respeito da importância da conservação das florestas para manutenção dos recursos hídricos, uma vez que as florestas alteram o clima regional aumentando o índice pluviométrico das chuvas, promovendo o processo de

infiltração e percolação e armazenamento de água no solo, consequentemente 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).

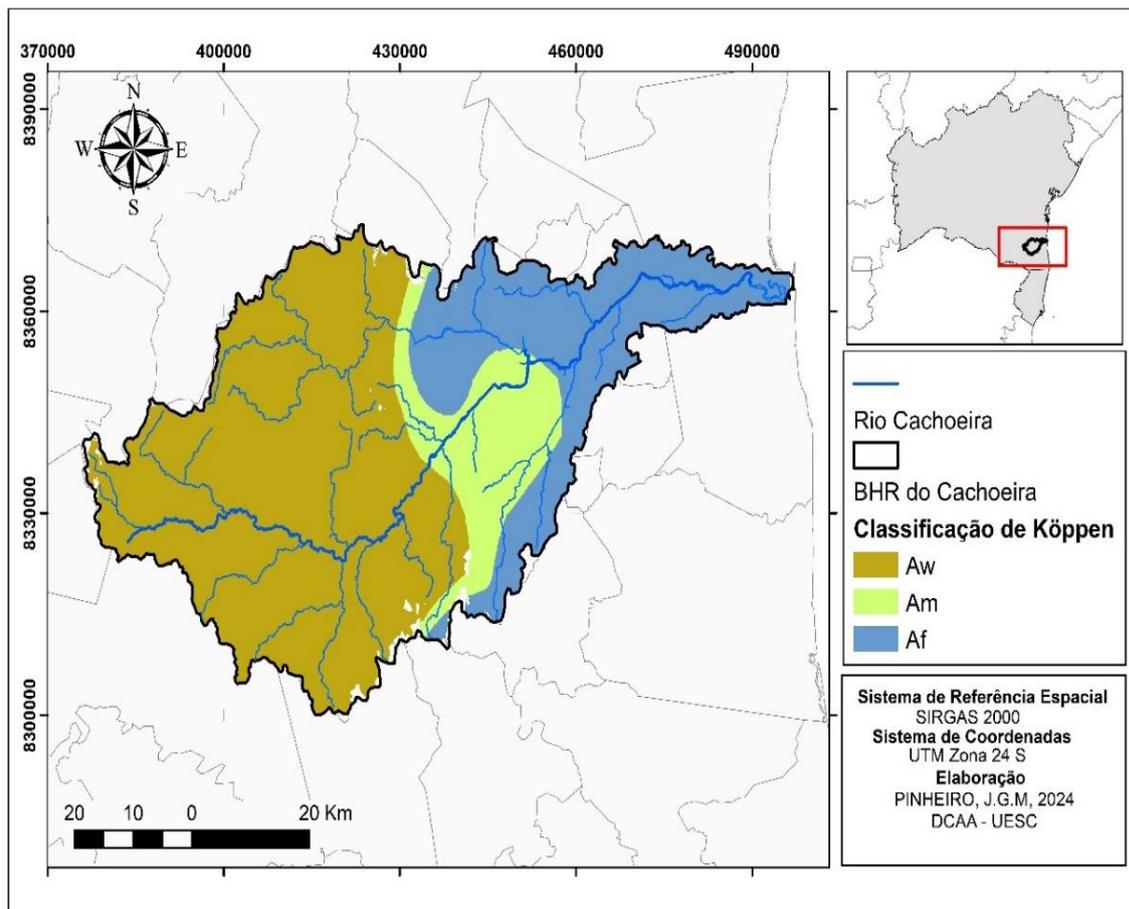
O clima Af caracteriza-se como um clima megatérmico, sendo a média de temperatura do mês mais frio de 18°C e estação invernal ausente. Além disso o clima é úmido,

existindo a ocorrência de precipitação em todos os meses do ano, podendo a pluviosidade chegar a 2.500 mm anuais (SANTOS et al., 2018).

A presença da tipologia climática Aw na porção oeste da bacia, indica a presença de maiores altitudes em direção à nascente, na qual é caracterizada a presença de uma estação mais seca, sendo no mês mais seco a

pluviosidade inferior a 60 mm, equivalendo a menos 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 d'água, foi elaborado uma planilha de campo para o registro de dados relacionados ao local. Na planilha consistiu em preencher dezesseis variáveis que estão relacionadas com o ponto de coleta, além de variáveis químicas e 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 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.

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

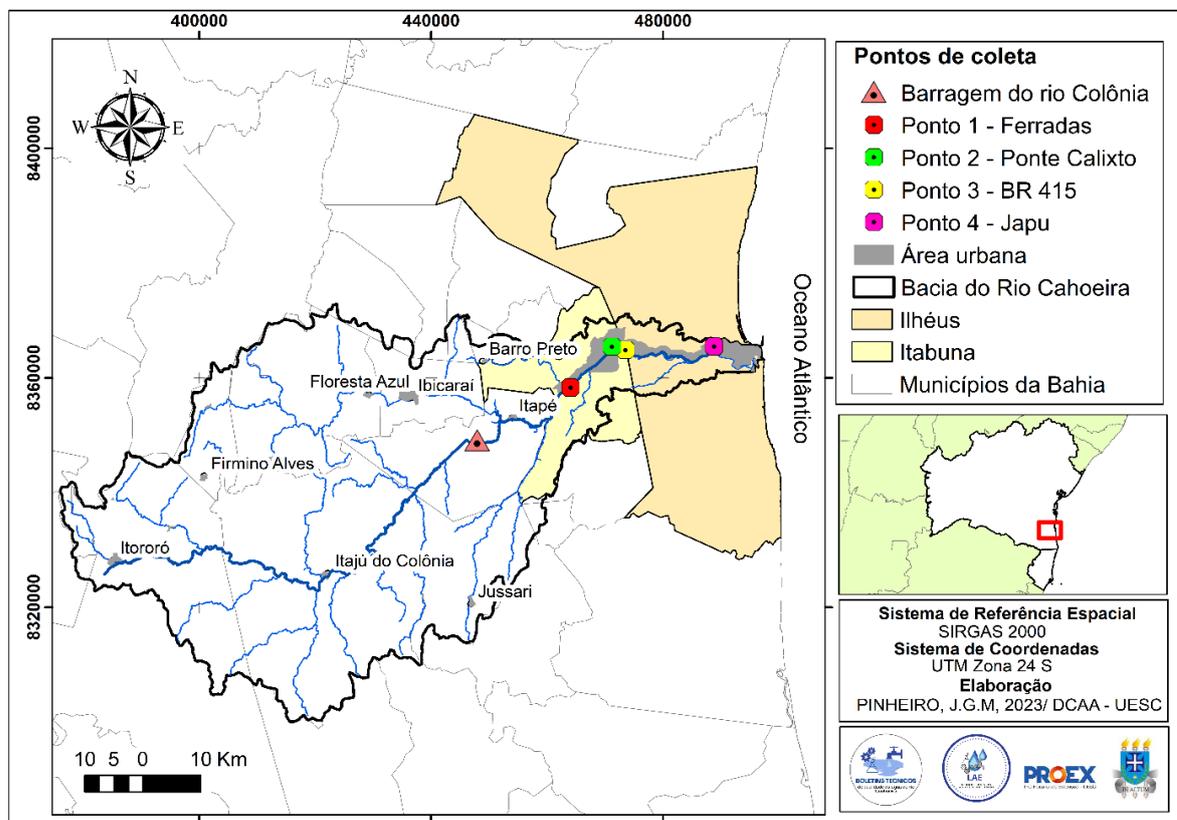
Quadro 1. Variáveis analisadas em campo para a coleta das amostras d'água

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Entre os fatores responsáveis pela heterogeneidade de um corpo d'água pode-se citar: i) Estratificação térmica vertical, decorrente de 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). Neste sentido, o objetivo é realizar o monitoramento a longo prazo

da qualidade de água do rio Cachoeira, dessa forma, no 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, haja vista que estas variáveis podem alterar qualidade da água do corpo hídrico. Tendo como base as 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, ponto 1 localizado no bairro Ferradas em Itabuna, ponto 2 localizado na ponte Calixto, também em Itabuna; ponto 3, as margens da BR 415 em Ilhéus e o ponto 4 no bairro Japu em Ilhéus.

Ao determinar os pontos, foram registradas as coordenadas geográficas da localização de cada ponto utilizando um dispositivo o GNSS (Figura 5).

Após determinar os pontos, houve a seleção de itinerários racionais, observando-se os acessos, o tempo para coleta e preservação das amostras e o prazo para seu envio aos laboratórios, obedecendo-se o prazo de validade para o ensaio de cada parâmetro, a capacidade analítica e o horário de atendimento e funcionamento do laboratório envolvido (CETESB, 2011). Para o trimestre que compreende os meses de abril a junho de 2024, as coletas foram realizadas no dia 30 de abril entre as 09:50 e 12:00, nos pontos supracitados.

No que concerne as características ambientais dos locais onde foram coletadas as amostras de água, a

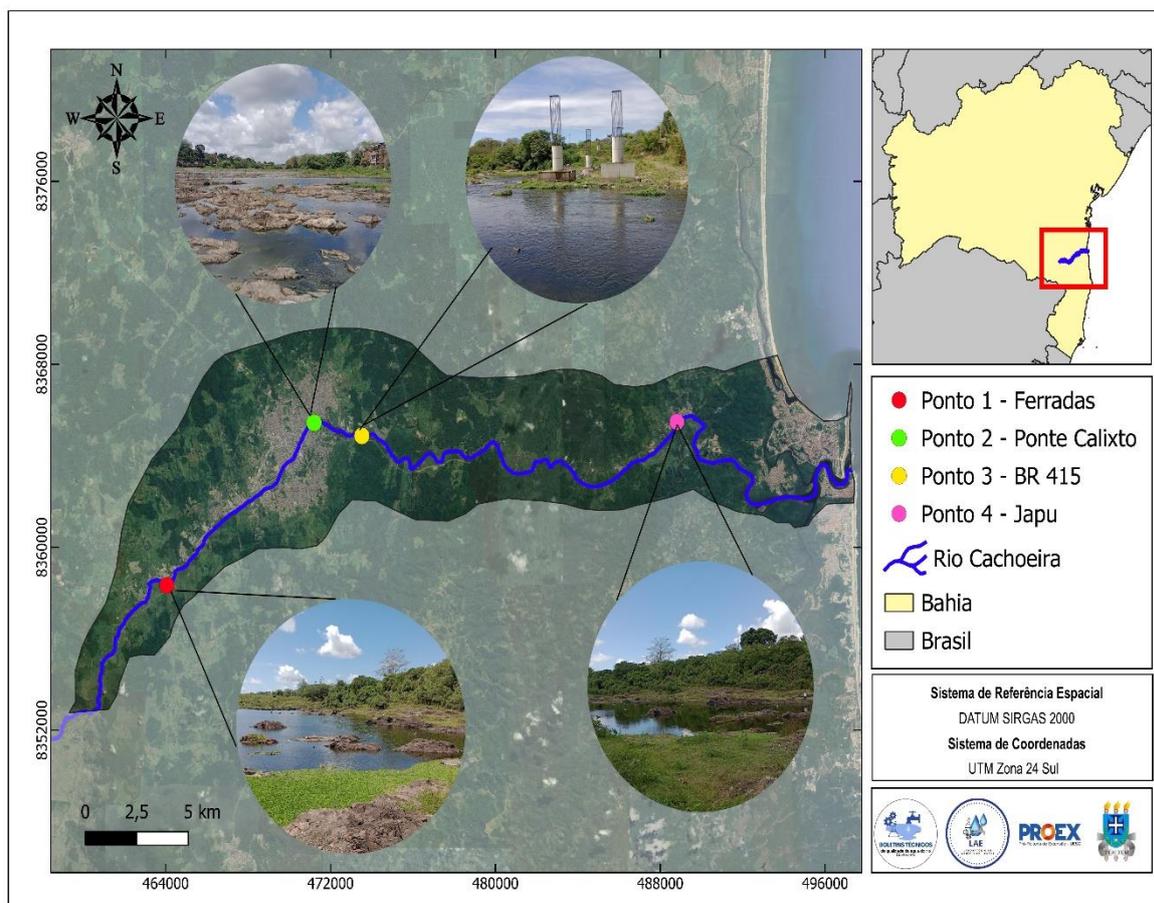
temperatura do ar estava a 27°C. Nas condições atmosféricas o tempo estava nublado, na qual houve constantes chuvas nas últimas 48 horas.

Todos os pontos amostrados encontram-se em locais de fácil acesso. Para a coleta foram utilizadas três garrafas, que compõem o kit de coleta para águas brutas. A utilização desses três recipientes diferentes justifica-se pelas especificidades de análise que cada parâmetro exige. 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 com controle interno de temperatura.

Ao ser concluída as 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.

Figura 5. Localização dos pontos de coleta no rio Cachoeira-



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

2.3 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, nitrato, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais) com seus respectivos pesos (w_i) (Tyagi et al., 2013). Uma vez obtido e

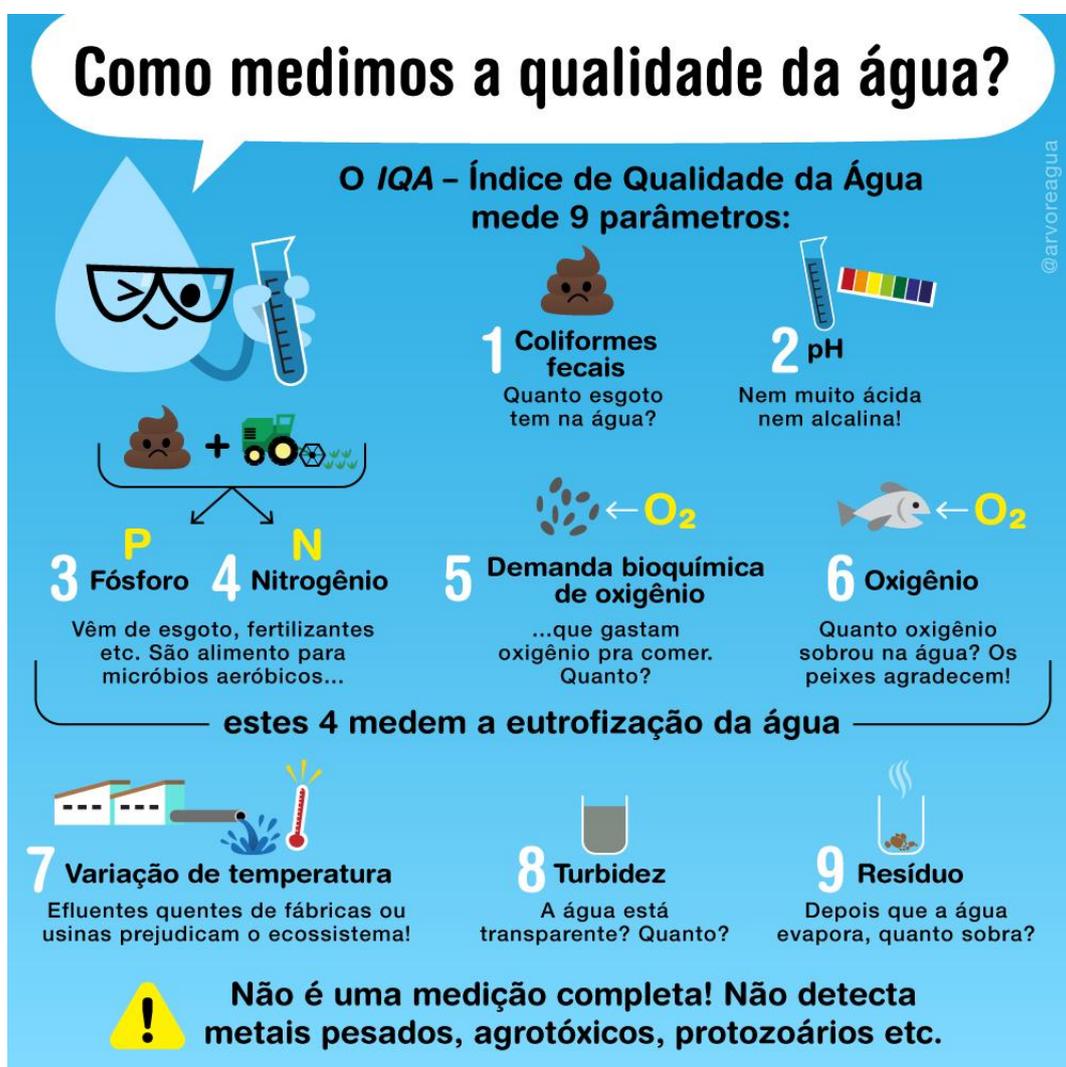
tabulado, os dados de qualidade da água foram submetidos ao IQA, dessa forma o IQA foi calculado segundo os parâmetros: coliformes termotolerantes, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Temperatura, Turbidez, Resíduo Total e Oxigênio Dissolvido. A cada parâmetro é atribuído um peso devido ao seu grau de importância (Tabela 2). A Figura 6, ilustra como medimos 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 6. 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 das qualidades das águas que corresponde aos parâmetros da seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

sendo:

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

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

w_i = 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;

Os resultados obtidos para o IQA variam de 0 a 100, sendo que o valor obtido dentro deste intervalo irá qualificar a água desde muito ruim a excelente, contendo também as faixas de ruim, médio e bom (Quadro 2).

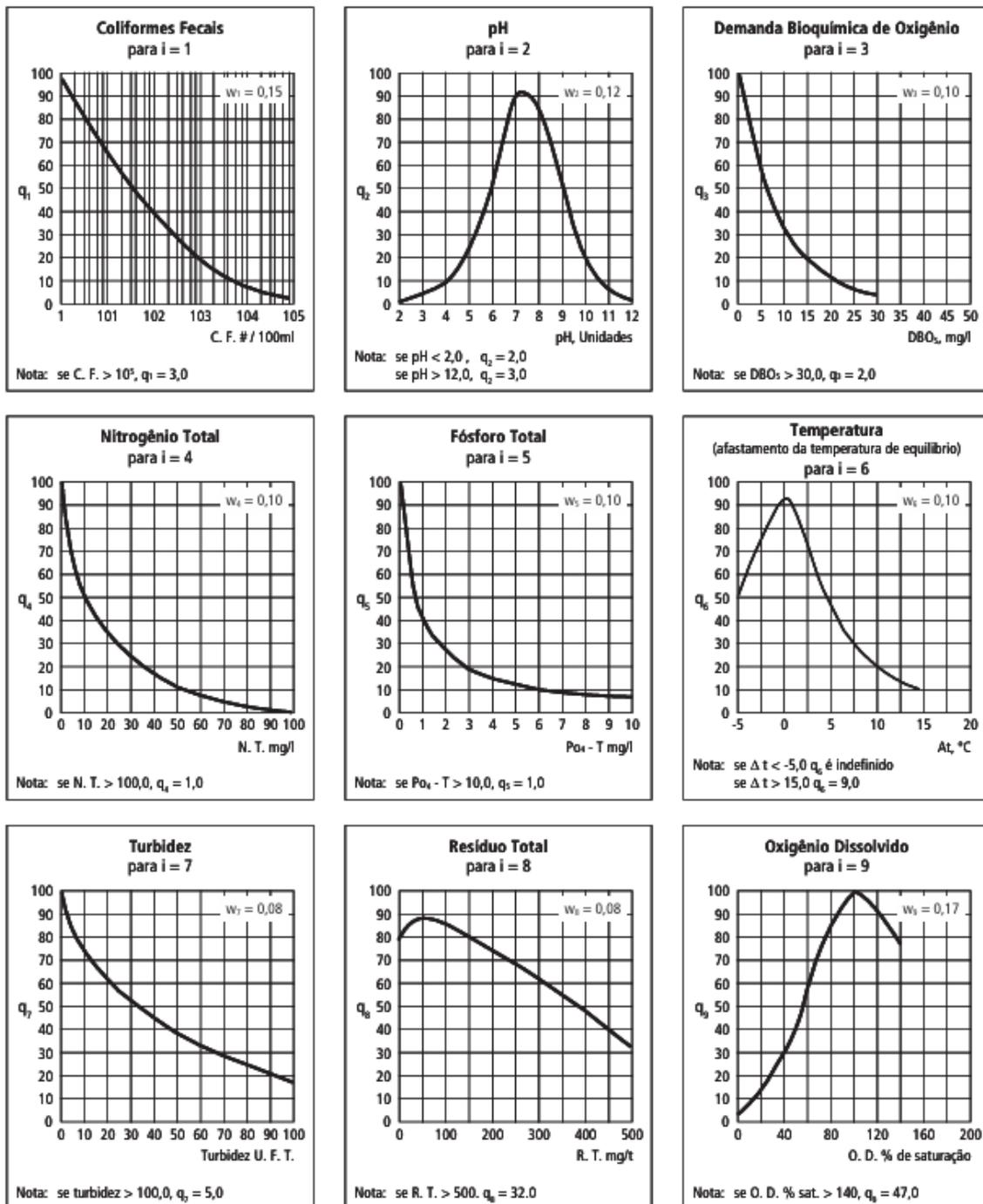
Quadro 2. Faixas de qualidade do IQA

Fonte: Adaptado CETESB (2011).

Classificação	Intervalo
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

A Figura 7, apresenta as curvas médias de variação de qualidade das águas, para os nove parâmetros do IQA.

Figura 7. Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas



Fonte: CETESB (2011).

2.4 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* (Métodos Padrão para Exame de Água e Águas Residuárias), produzido pela *American Public Health Association* (APHA), da *American Water Works Association* (AWWA)(2022).

Dos nove parâmetros, três foram medidos em campo, sendo eles: 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 8).

Figura 8. Medidor de pH digital utilizado na análise de campo



Fonte: Autores (2024).

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 9).

Figura 9. Medidor de oxigênio dissolvido utilizado na análise de campo



Fonte: Autores (2024).

Sólidos Totais: Foi determinado através da secagem de um determinado volume de amostra. Foram utilizados cadinho de porcelana, previamente lavado com álcool de maneira a retirar qualquer impureza para não interferir nos resultados, em seguida foi aquecido por duas horas na mufla a 600°C. Ao retirar, resfriou-se até a temperatura ambiente em um dessecador e em seguida pesou-se o

cadinho anotando o peso (P_1). A amostra devidamente homogeneizada, retirou-se uma alíquota de 10 mL e transferiu-se para o cadinho, que foi lavado, desta vez para a estufa com temperatura entre 103-105°C por uma hora. Depois de uma hora, levou-se o cadinho para o dessecador e deixa-se esfriar até peso constante, pesando-o novamente (P_2). Por fim, o cadinho foi levado novamente à mufla durante 30 minutos, à 600°C para calcinação da amostra, que após resfriado no dessecador obteve-se um novo peso (P_3). Dessa forma, obteve-se obter o valor dos sólidos totais, fixos e voláteis, respectivamente, nessa ordem de realização da metodologia. A quantidade de sólidos presentes na amostra foi feita pela diferença de peso dividido pelo volume de amostra.

Nitrogênio total: Realizou-se o preparo da curva de calibração pipetando-se 0, 10, 50, 150, 350, 450 e 550 μL da solução padrão de nitrito em uma série de tubos e completou com água deionizada para 10mL, a fim de preparar padrões de nitrito. Adicionou-se 10mL de amostra a uma série de tubos. Posteriormente adicionou-se 0,1 mL da solução de sulfanilamida, 0,1 mL de solução de N-(1-nafti) -

etilenodiamina, as soluções da curva de calibração e as amostras misturando imediatamente e aguardando 10 min. Por fim, transferiu-se um pouco da solução padrão do meio da curva e das amostras para uma cubeta e realizou-se a varredura na faixa do visível, com comprimento de onda 543 nm, medindo assim a absorbância das demais soluções. As soluções padrão e as amostras foram adicionados 2mL de NH_4Cl e estas foram passadas em uma coluna redutora de cobre, que realiza a conversão de nitrato a nitrito. Assim, a determinação de nitrato pode ser feita através da diferença da absorbância, medida no espectrofotômetro de comprimento de onda de 543 nm, antes e depois de passadas pela coluna.

Fósforo total: Realizou-se o preparo da curva de calibração, pipetando-se 100, 150, 200, 350, 500, 1000 e 2000 μL da solução estoque de fósforo e 1mL do reagente combinado em uma série de balões volumétricos completando-se o volume com água deionizada para o volume total de 5mL, a fim de preparar soluções padrão de calibração. Em outra série de balões volumétricos foram adicionadas 5mL de

amostra e 1mL do reagente combinado, agitando-se os balões. Decorridos 10 minutos da adição do reagente, realizou-se a medida de absorvância dos padrões e das amostras no espectrofotômetro em 880 nm com cubeta de 10 mm. Construiu-se a curva de calibração com a concentração dos padrões em função das respectivas medidas de absorvância e calculou-se a concentração de fósforo nas amostras através da substituição da absorvância de cada amostra na equação da reta.

Coliformes termotolerantes: Foi empregado o método dos tubos múltiplos no qual foram preparados alguns meios de cultura e a incubação das amostras e realizados os testes presuntivo e confirmativo. Teste presuntivo (Meio – Caldo Lauryl Triptose): em 9 tubos de ensaio com caldo Lauryl Triptose e contendo 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 para incubação na estufa (35° - 38°C), por 24 h, ao final da incubação será verificado se havia tubos positivos, aqueles que possuem bolha de ar no tubo de Durham, devido aos gases liberados durante a fermentação realizada pelos

coliformes. Os que não apresentaram formação de gás, o teste foi considerado negativo. Teste confirmativo (Meio – Caldo verde brilhante): após o teste presuntivo ter sido realizado, foram utilizados o líquido dos tubos que deram positivos para fazer o teste confirmativo. Em cada tubo de ensaio, contendo o tubo de Durham e 9 mL de caldo verde brilhante, que é 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, após isso, os tubos foram colocados na estufa com temperatura de 35°C por 24 h. Teste confirmativo: (Meio – Caldo de *Escherichia coli*) após o teste presuntivo ter sido realizado, foram utilizados o líquido dos tubos que deram positivos para fazer o teste confirmativo. Em cada tubo de ensaio, contendo o tubo de Durham e 9 mL de caldo de E. coli, que é 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, após isso, os tubos foram colocados na estufa com temperatura de 35°C por 24 h.

Demanda Bioquímica de Oxigênio: Foi realizada em equipamento automático, com temperatura constante de 20°C por um período de incubação de 5 dias, em que 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 medida. Estimou-se faixa de medida e volume, após, realizou-se os seguintes pré-tratamentos: Checagem do valor de pH da amostra e este se encontrava dentro do valor considerado com valor ótimo para DBO que é entre 6,5 e 7,5. Misturou-se bem a amostra e deixou descansar por um tempo. Mediu-se o volume da amostra com precisão e transferiu-se para o frasco de DBO, com auxílio do funil. Para inibir a nitrificação, utilizou-se ATH (5 gotas). Adicionou-se o imã agitador nos frascos e 3-4 gotas de 45% hidróxido de potássio nas juntas de vedação, que foi inserida no pescoço do frasco. Antes da medida, a amostra foi levada a temperatura de 20°C. Coloca-se os sensores apertando com cuidado. Em relação aos procedimentos de medida: os frascos de DBO foram colocados em posições vagas do equipamento e iniciou-se o procedimento de leitura ligando o equipamento e ajustando os comandos de acordo com manual do equipamento. Durante o

período de incubação de 5 dias foram mensuradas as medidas referentes a cada dia para acompanhamento do funcionamento do equipamento e ao final dos cinco dias foi coletada o valor final referente ao DBO do quinto dia de incubação.

2.4 Análise estatística dos dados

Foi utilizado técnicas de estatísticas descritivas e estatística inferencial. Quanto a estatística inferencial, foi utilizado o intervalo de confiança *bootstrap*. Esta técnica é utilizada basicamente quando os pressupostos sobre a distribuição das variáveis são frágeis, seja por desconhecimento da população ou devido a pequenas amostras. Logo, tal técnica se torna robusta em tais situações. Utilizou-se 1000 repetições para a elaboração dos intervalos. 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; Ripley, 2022).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira campanha foi realizada no dia 30 de abril de 2024, com a coleta de água no rio Cachoeira para a determinação dos 9 parâmetros e obtenção do IQA dos 4 pontos escolhidos, sendo dois pontos em Itabuna (Pontos 1 e 2) e dois em Ilhéus (Pontos 3 e 4).

O valor dos coliformes termotolerantes, nos 4 pontos ficaram acima do estabelecido na Resolução Conama 357/2005.

O pH nos 4 pontos de coleta, ficaram abaixo do indicado pela Resolução, vale ressaltar problemas no aparelho utilizado, bem como na estabilidade devido a calibração.

Nos 4 pontos a DBO ficou acima do valor máximo permitido na Resolução Conama 357/2005.

O parâmetro nitrogênio total variou de 6,79 a 15,60 mg/L, o que representa

um valor razoável, porém é um valor não especificado na Resolução. O parâmetro fósforo total variou de 2,40 a 5,68 mg/L, o que está acima do VMP pela Resolução.

A temperatura variou de 27,2 a 29,8°C estando abaixo de 40°C, de acordo com a Resolução Conama 357/2005.

Já a turbidez variou de 9,88 a 18,03 NTU, ficando bem abaixo de 100 NTU, conforme a Resolução. O parâmetro ST variou de 171 a 274 mg/L, porém é um valor não especificado pela Resolução. O principal parâmetro, com maior peso no cálculo do IQA, variou de 5 a 6 mg/L, o que está de acordo com a Resolução Conama nº357/2005, pois o OD deve ficar acima de 5 mg/L.

As Tabelas 3, 4, 5 e 6 apresentam os valores dos parâmetros do IQA.

Tabela 3. Valores dos parâmetros do IQA do Ponto 1 – Ferradas.

Amostragem:	Água: Ponto 1 - Ferradas (Itabuna) Data da coleta: 30/04/2024 Entrada no Laboratório: 30/04/2024 - 12:24 temp: ambiente
Temperatura de recebimento (°C):	15,5
1ª Legislação:	Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888/2021
Interpretação dos resultados:	Aprovado () Reprovado () Não se aplica (X)

RESULTADOS DOS ENSAIOS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	LQ	VMP	MÉTODO	DATA DE ENSAIO
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	3,19x10 ³	1	-	SMWW 9222 A/B/G	30/04/2024
pH**	UpH	4,7	**	-	SMWW 4500H+ B	30/04/2024
Oxigênio dissolvido**	mg/L	6,0	**	-	SMWW 4500O G	30/04/2024
Varição temperatura**	°C	2,8	**	-	SMWW 2130 B	30/04/2024
Nitrogênio total	mg/L	11,91	0,21	-	PE 10.07_00	30/04/2024
Fósforo total	mg/L	4,22	0,10	-	SMWW 4500P C	30/04/2024
Turbidez	NTU	10,70	1,14	-	SMWW 2130 B	30/04/2024
Resíduos totais (como sólidos totais)	mg/L	201	43	-	SMWW 2540 B	30/04/2024
Demanda biológica de oxigênio	mg/L	15,50	2,50	-	SMWW 2130 B	30/04/2024

*Análises realizadas em campo.

**Análises realizadas pelo(s) contratante(s).

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

****Análises realizadas por laboratório(s) externo(s) listado(s) em RBLE/INMETRO.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Tabela 4. Valores dos parâmetros do IQA do Ponto 2 – Ponte Calixto.

Amostragem:	Água: Ponto 2 - Ponte Calixto (Itabuna) Data da coleta: 30/04/2024 Entrada no Laboratório: 30/04/2024 - 12:24
Temperatura de recebimento (°C):	17,8
1ª Legislação:	Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888/2021
Interpretação dos resultados:	Aprovado () Reprovado () Não se aplica (X)

RESULTADOS DOS ENSAIOS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	LQ	VMP	MÉTODO	DATA DE ENSAIO
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	4,27x10 ⁵	1	-	SMWW 9222 A/B/G	30/04/2024
pH**	UpH	4,5	**	-	SMWW 4500H+ B	30/04/2024
Oxigênio dissolvido**	mg/L	5,0	**	-	SMWW 4500O G	30/04/2024
Varição temperatura**	°C	2,0	**	-	SMWW 2130 B	30/04/2024
Nitrogênio total	mg/L	15,60	0,21	-	PE 10.07_00	30/04/2024
Fósforo total	mg/L	5,68	0,10	-	SMWW 4500P C	30/04/2024
Turbidez	NTU	18,03	1,14	-	SMWW 2130 B	30/04/2024
Resíduos totais (como sólidos totais)	mg/L	274	43	-	SMWW 2540 B	30/04/2024
Demanda biológica de oxigênio	mg/L	21,67	2,50	-	SMWW 5210 B	30/04/2024

*Análises realizadas em campo.

**Análises realizadas pelo(s) contratante(s).

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

****Análises realizadas por laboratório(s) externo(s) listado(s) em RBLE/INMETRO.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Tabela 5. Valores dos parâmetros do IQA do Ponto 3 – BR 415.

Amostragem:	Água: Ponto 3 - BR 415 (próximo ao Cidadelle) Data da coleta: 30/04/2024 Entrada no Laboratório: 30/04/2024 - 12:24
Temperatura de recebimento (°C):	16,5
1ª Legislação:	Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888/2021
Interpretação dos resultados:	Aprovado () Reprovado () Não se aplica (X)

RESULTADOS DOS ENSAIOS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	LQ	VMP	MÉTODO	DATA DE ENSAIO
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	8,91x10 ⁴	1	-	SMWW 9222 A/B/G	30/04/2024
pH**	UpH	4,4	**	-	SMWW 4500H+ B	30/04/2024
Oxigênio dissolvido**	mg/L	5,8	**	-	SMWW 4500O G	30/04/2024
Variação temperatura**	°C	2,1	**	-	SMWW 2130 B	30/04/2024
Nitrogênio total	mg/L	7,90	0,21	-	PE 10.07_00	30/04/2024
Fósforo total	mg/L	3,46	0,10	-	SMWW 4500P C	30/04/2024
Turbidez	NTU	9,88	1,14	-	SMWW 2130 B	30/04/2024
Resíduos totais (como sólidos totais)	mg/L	188	43	-	SMWW 2540 B	30/04/2024
Demanda biológica de oxigênio	mg/L	19,90	2,50	-	SMWW 5210 B	30/04/2024

*Análises realizadas em campo.

**Análises realizadas pelo(s) contratante(s).

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

****Análises realizadas por laboratório(s) externo(s) listado(s) em RBLE/INMETRO.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Tabela 6. Valores dos parâmetros do IQA do Ponto 4 – Japu.

Amostragem:	Água: Ponto 4 - Japu (Ilhéus) Data da coleta: 30/04/2024 Entrada no Laboratório: 30/04/2024 - 12:24
Temperatura de recebimento (°C):	14,4
1ª Legislação:	Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888/2021
Interpretação dos resultados:	Aprovado () Reprovado () Não se aplica (X)

RESULTADOS DOS ENSAIOS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	LQ	VMP	MÉTODO	DATA DE ENSAIO
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	5,23x10 ³	1	-	SMWW 9222 A/B/G	30/04/2024
pH**	UpH	4,2	**	-	SMWW 4500H+ B	30/04/2024
Oxigênio dissolvido**	mg/L	5,1	**	-	SMWW 4500O G	30/04/2024
Variação temperatura**	°C	0,2	**	-	SMWW 2130 B	30/04/2024
Nitrogênio total	mg/L	6,79	0,21	-	PE 10.07_00	30/04/2024
Fósforo total	mg/L	2,40	0,10	-	SMWW 4500P C	30/04/2024
Turbidez	NTU	15,21	1,14	-	SMWW 2130 B	30/04/2024
Resíduos totais (como sólidos totais)	mg/L	171	43	-	SMWW 2540 B	30/04/2024
Demanda biológica de oxigênio	mg/L	14,33	2,50	-	SMWW 5210 B	30/04/2024

*Análises realizadas em campo.

**Análises realizadas pelo(s) contratante(s).

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

****Análises realizadas por laboratório(s) externo(s) listado(s) em RBLE/INMETRO.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os valores de IQA do Quadro 3, foram calculados com o uso da fórmula do produtório e das curvas médias de variação da qualidade das águas (Figura

6), através do software QualiGraf e da calculadora *Surface Waters online*.

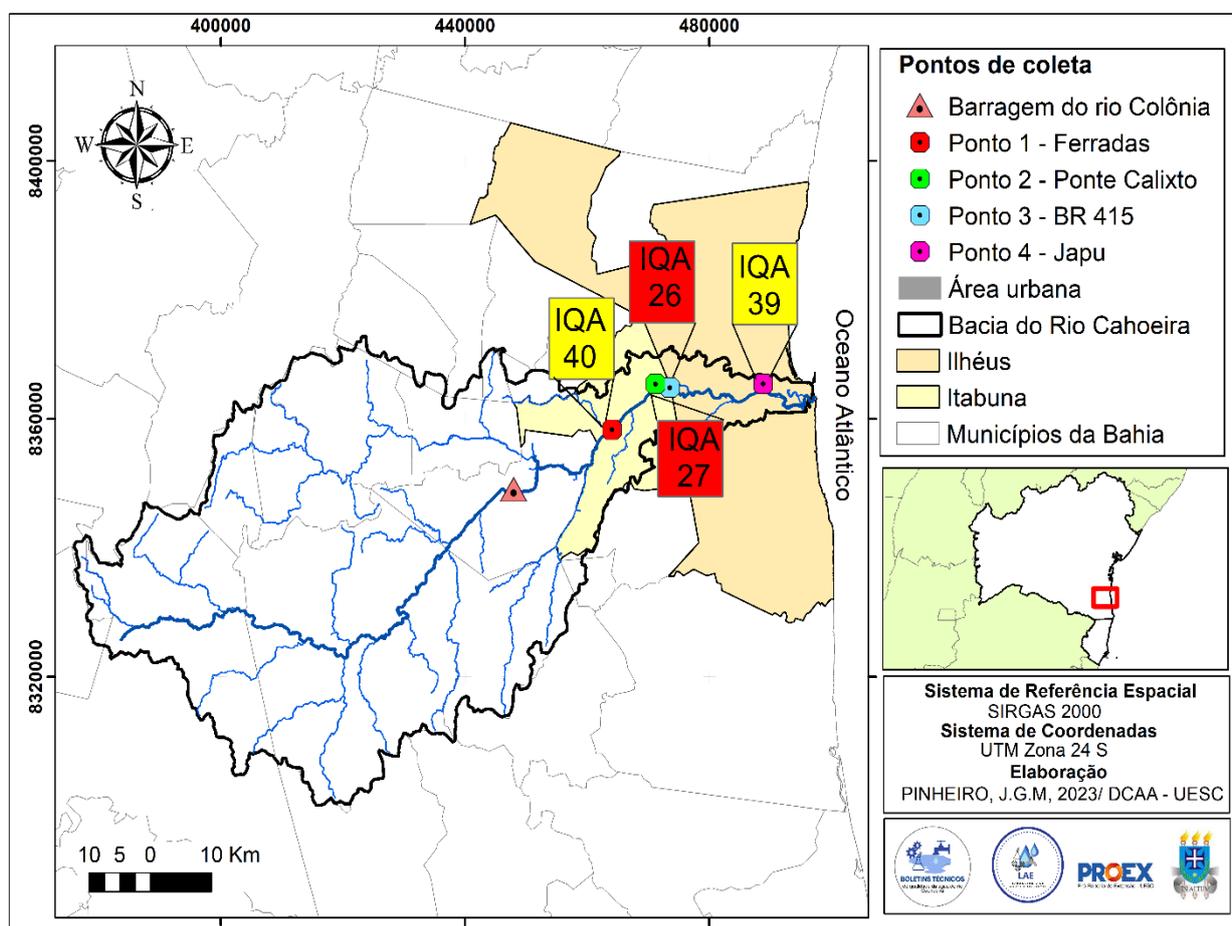
A Figura 10, representa o mapa com a localização do IQA dos quatro pontos.

Quadro 3. Resultado do IQA nos pontos analisados.

Pontos de coleta	IQA
Ponto 1 - Ferradas - Itabuna	40 (regular)
Ponto 2 - Ponte Calixto - Itabuna	26 (ruim)
Ponto 3 - BR 415, km 23 - Ilhéus	27 (ruim)
Ponto 4 - Japu - Ilhéus	39 (regular)

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 10. Resultado do IQA para os quatro pontos analisados no rio Cachoeira (gráfico).



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

3.1 Análise descritiva

Percebe-se pelo coeficiente de variação, que é uma medida relativa da dispersão dos dados em relação ao seu centro (média), que o rio cachoeira é bem heterogêneo quanto a variável coliformes

termotolerantes. Ainda é muito precoce qualquer afirmativa ou conclusão devido à quantidade de dados. Entretanto, em um futuro pode se pensar em avaliar a qualidade do rio cachoeira por trechos caso a heterogeneidade se confirme para as variáveis em questão (Tabela 7).

Tabela 7. Estatísticas descritivas da qualidade da água do rio cachoeira trecho Itabuna - Ilhéus

Parâmetros	CT UFC*10 ³ /100 mL	pH	OD mg/L	VT	Nitrogênio mg N/L	CT UFC*10 ³ /100 mL	pH	OD mg/L	VT
Média	131,13	5,45	5,47	1,77	10,55	3,94	13,46	208,5	17,85
Desvio padrão	201,27	0,21	0,5	1,11	4,02	1,38	3,85	45,36	3,5
Mínimo	3,19	4,20	5,00	0,20	6,79	2,4	9,88	171,00	14,33
Máximo	427,00	5,70	6,00	2,80	15,60	5,68	18,03	274,00	21,67
Coeficiente de variação (%)	153,49	3,82	9,12	62,46	38,12	35,01	28,59	21,76	19,60

Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Legenda: CT = coliformes termotolerantes; OD= Oxigênio Dissolvido; VT= Variação da Temperatura; Tb= Turbidez; ST= Sólidos Totais; DBO= Demanda Bioquímica de Oxigênio.

3.2 Análise Inferencial

Segue a tabela com o intervalo de confiança de 95% para as médias das variáveis estudadas (Tabela 8). Os resultados inferenciais nos auxiliam a tirar conclusões quando estamos trabalhando com amostras e não com o todo. No caso da variável coliforme termotolerantes, os resultados nos alertam que qualquer inferência a cerca desta seria prematura, equivocada, e que nada podemos concluir a

cerca de tal variável. Isto se deve ao fato do limite inferior estimado ser negativo e é claro devido à grande amplitude do intervalo estimado, indicando que a média estimada é pouco precisa. Entretanto, já podemos inferir com 95% de confiança que o intervalo estimado para o pH contém o verdadeira parâmetro. Este raciocínio pode ser estendido para as demais variáveis (Figura 11).

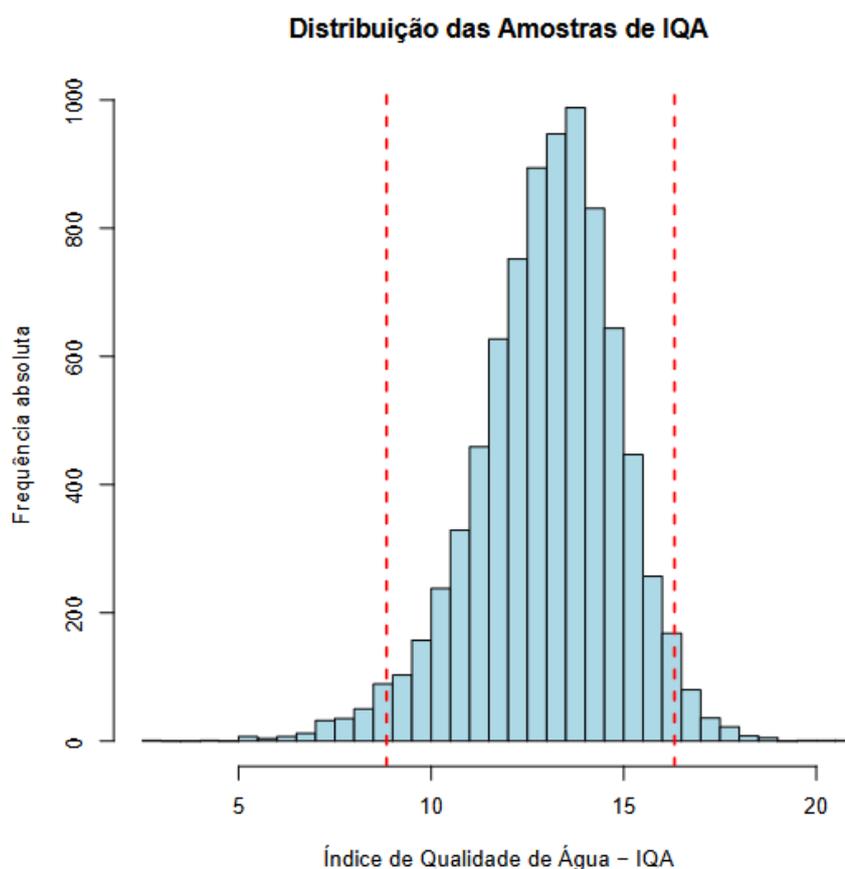
Tabela 8. Estatísticas descritivas da qualidade da água do rio cachoeira trecho Itabuna - Ilhéus

Parâmetros	CT UFC*10 ³ /100 mL	pH	OD mg/L	VT	N mg N/L	Fósforo mg P/L	Tb UNT	ST mg/L	DBO mg O ₂ /L
Limite superior	-59,3	5,28	5,05	0,95	7,35	2,75	10,29	164,50	14,92
Limite inferior	258,05	5,62	5,9	2,88	14,03	5,03	10,62	238,50	20,79

Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Legenda: CT = coliformes termotolerantes; OD = Oxigênio Dissolvido; VT = Variação da Temperatura; Tb = Turbidez; ST = Sólidos Totais; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio

Figura 11. Distribuição da simulação para o IQA



Fonte: Dados da pesquisa, 2024

O conceito de qualidade da água não é restringido ao seu teor de pureza, mas aos requisitos desejados para os seus diversos usos. Nos quatro pontos analisados como precaução sugere-se evitar a recreação em contato primário pois a quantidade de Coliformes Termotolerantes ultrapassa os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000. Como o limite inferior dos Coliformes termotolerantes foi negativo e evidentemente tal número não possui significado prático, a grande amplitude do intervalo estimado, indica que a média estimada é pouco precisa, necessitando de mais análises. Entretanto, pode-se inferir com 95% de confiança para os valores de oxigênio dissolvido no rio, turbidez e sólidos o corpo hídrico seria enquadrado como Classe 02 da Resolução CONAMA 357/2005.

A escolha de uma ferramenta estatística adequada quando se tem amostras pequenas é essencial e permite mostrar com 95% de confiança que as variáveis pH, fósforo e nitrogênio não cumprem os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para qualquer água doce.

Nos quatro pontos entre o bairro de Ferradas (Itabuna) e Japu (Ilhéus)

recomenda-se a utilização da água para as seguintes finalidades:

1. Irrigação de jardins, culturas arbóreas e forrageiras;
2. Pesca esportiva em barcos ou nas margens do rio;
3. Navegação;
4. Contemplação visual e harmonia paisagística.

Não é recomendado os seguintes usos:

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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O valor do IQA dos quatro pontos coletados no rio Cachoeira, variou entre 26 e 40, sendo classificado entre ruim e regular, a média ficou em 33 (ruim), o que significa águas impróprias para o tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessário tratamentos mais 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” (IQA = 33), 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. Pelos dados do IBGE (2022), a população abastecida é de aproximadamente 447.470 habitantes, e que a vazão média do rio é de 19, 54 m³ /s (ANA, 2020), considerando uma vazão per capita média diária de 150 L/habitante, chegasse à vazão de esgoto de 1

m³ /s. Portanto, o rio consegue se auto depurar ao longo do seu percurso.

Foi possível verificar entre os parâmetros determinados, que os coliformes termotolerantes foi o que ficou muito acima do VMP pela legislação, nos quatro pontos coletados.

Portanto é importante chamar a atenção com relação a necessidade de tratamento dos esgotos domésticos, para evitar a poluição do rio Cachoeira.

REFERÊNCIAS

APHA-WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 24a. Edição, 2022.

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.

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.

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.

CARDOSO, J. T. A Mata Atlântica e sua conservação. **Revista Encontros Teológicos**, v. 31, n. 3, 2016.

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 Prodema**, v. 8, n. 1, 2014.

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

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.

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.

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

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.

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

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.

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.

Canty, A.; Ripley, B. D. boot: Bootstrap R (S-Plus) Functions, 2022. R package version 1.3-28.1.

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/>.



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