2024

# ANUÁRIO ESTATÍSTICO
# RIO CACHOEIRA

Qualidade de água do Rio Cachoeira
no trecho Itabuna- Ilhéus

Editora da UESC

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

# ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE 2024

**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**
Omar Santos Costa – Pró-Reitor
Christiana Andréa Vianna Prudêncio – 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
Matheus Garcia Soares - Vice-Diretor

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**
Arlicelio de Queiroz Paiva - Diretor
Soraia Vanessa Matarazzo - Vice-Diretora

**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

2025 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 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.

Publicação trimestral.

e-ISSN: 2966-3660

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.

CDD 628.1

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 Anuário Estatístico do Rio Cachoeira é um produto das análises da qualidade da água realizadas no âmbito do projeto de extensão Boletim Técnico de Qualidade da Água do Rio Cachoeira no trecho Itabuna-Ilhéus, vinculado ao Departamento de Engenharias e Computação (DEC) da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC. Nesse trecho, parte da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC) está situada em 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.

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 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 no trecho final do rio próximo ao exutório da bacia, local sem interferência dos efeitos de maré.

Além disso, os boletins visam subsidiar o planejamento, uma vez que fornecem às gestões municipais e à comunidade acadêmica 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 Cachoeira é fundamental para traçar cenários futuros, especialmente diante da crescente demanda por esse recurso.

# AUTORES


## João Gabriel de Moraes Pinheiro

Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Mestrando em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santos (UFES). Pós-graduando em Saúde Coletiva com área de concentração em Saúde Digital pelo Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia (ISC/UFBA). Colaborador do Observatório de Saúde do Adolescente no Núcleo Jovem Bom de Vida, do Departamento de Ciências da Saúde. Autor e colaborador do projeto Boletins técnicos de qualidade da água do rio Cachoeira no trecho Itabuna-Ilhéus, do Departamento de Engenharias e Computação da UESC. E-mail: jgmpinheiro.bge@gmail.com.

## 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 cientifica 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 Bellwater, uma empresa que trabalha com consultoria e projetos na área de tratamento e reuso de efluentes, detentora das marcas Reseta Reuse Technology e Efluentecast, um podcast dedicado a esma área.. 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.

## Thamyris Santos Borges

Acadêmica de Bacharelado em Engenharia Química, lotada no Departamento de Engenharias e Computação pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Discente postulada como atual diretora financeira do Centro Acadêmico de Engenharia Química. Bolsista do projeto Boletins técnicos de qualidade da água do rio Cachoeira no trecho Itabuna-Ilhéus, do Departamento de Engenharias e Computação da UESC. E-mail: tsborges.egq@uesc.br.

# SUMÁRIO


**1 INTRODUÇÃO** ..... 10

**2 MATERIAIS E MÉTODOS** ..... 11

**2.1 Características da área** ..... 11

**2.2 Índice de Qualidades das Águas (IQA)** ..... 15

**2.3 Análise estatística dos dados** ..... 19

**2.4 Coleta e análise dos dados meteorológicos** ..... 20

**2.5 Coleta e análise das internações por doenças de veiculação hídrica** ..... 21

**3 RESULTADOS E DISCUSSÃO** ..... 23

**3.1 Monitoramento meteorológico** ..... 23

**3.2 Monitoramento das doenças de veiculação hídrica** ..... 26

**3.3 Análise dos parâmetros físicos** ..... 29

**3.4 Análise dos parâmetros químicos** ..... 31

**3.5 Análise do parâmetro biológico** ..... 37

**3.6 Análise dos parâmetros do IQA nas estações do outono e verão** ..... 39

**3.7 Análise do IQA** ..... 41

**4 CONSIDERAÇÕES FINAIS** ..... 42

**REFERÊNCIAS** ..... 44

## 1. INTRODUÇÃO

Entende-se por poluição dos recursos hídricos, segundo a Lei 6938/1981, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde e o bem estar das populações, afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

A contaminação da água por espécies químicas, elementos radioativos ou organismos patogênicos. Esses tipos de contaminação têm como característica a alteração significativa das propriedades organolépticas e das características físicas, químicas e biológicas das águas, inviabilizando seu uso para diversas finalidades, além de provocar prejuízos aos ecossistemas e representar um meio de veiculação de doenças para as populações, configurando-se como um problema de saúde individual e coletiva (Amorim, 2024).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), o acesso e a promoção da água potável e do saneamento básico constituem um direito humano inalienável, estando intrinsecamente relacionados aos direitos à vida, à saúde, à alimentação e à habitação, sendo responsabilidade do Estado a promoção desses direitos a todos os cidadãos (Jacobi et al., 2020). A Agenda 2030, por meio do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), preconiza o acesso universal e equitativo à água potável e segura, a promoção do acesso universal ao saneamento e à higiene e a busca pela melhoria da qualidade da água, reduzindo tanto a poluição quanto o volume de águas residuais não tratadas (ONU, 2015).

Dessa forma, torna-se essencial o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, uma vez que as análises quantitativas e qualitativas desse recurso permitem identificar as atividades antropogênicas com maior potencial lesivo aos corpos hídricos, funcionando como uma ferramenta de gestão e planejamento, além de subsidiar os prováveis usos da água e auxiliar no enquadramento dos sistemas aquáticos (Américo-Pinheiro; Ribeiro, 2018). Nesse contexto, a utilização de ferramentas estatísticas contribui para transformar dados brutos em informações úteis para auxiliar na tomada de decisão sobre monitoramento da qualidade da água em curto, médio e longo prazos. A estatística, por sua vez, é compreendida como um conjunto de métodos e técnicas que abrange todas as etapas de uma pesquisa,

incluindo o planejamento, a coordenação e o levantamento de dados por meio de amostragem ou censo (Ignácio, 2010).

Portanto, o objetivo do Anuário Estatístico do Rio Cachoeira é realizar uma análise estatística de todos os resultados dos nove parâmetros que compõem o Índice de Qualidade da Água (IQA) do Rio Cachoeira, no trecho Itabuna-Ilhéus, disponíveis nos quatro boletins. Isso servirá para entender fenômenos e padrões envolvendo a qualidade de água do rio, testar hipóteses, reduzir a incerteza e tomar decisões com base em dados. As análises estatísticas do anuário permitirão compreender o padrão de sazonalidade da qualidade da água nesse trecho da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC), bem como o entendimento das variáveis ambientais da paisagem correlacionadas à qualidade da água.

# 2. MATERIAIS E MÉTODOS

## 2.1 Características da área

A Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC) possui quase de meio milhão de habitantes e uma área total de 4.288,69 km$^2$, 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.

No que concerne à população, segundo o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2022, os dez 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** | |

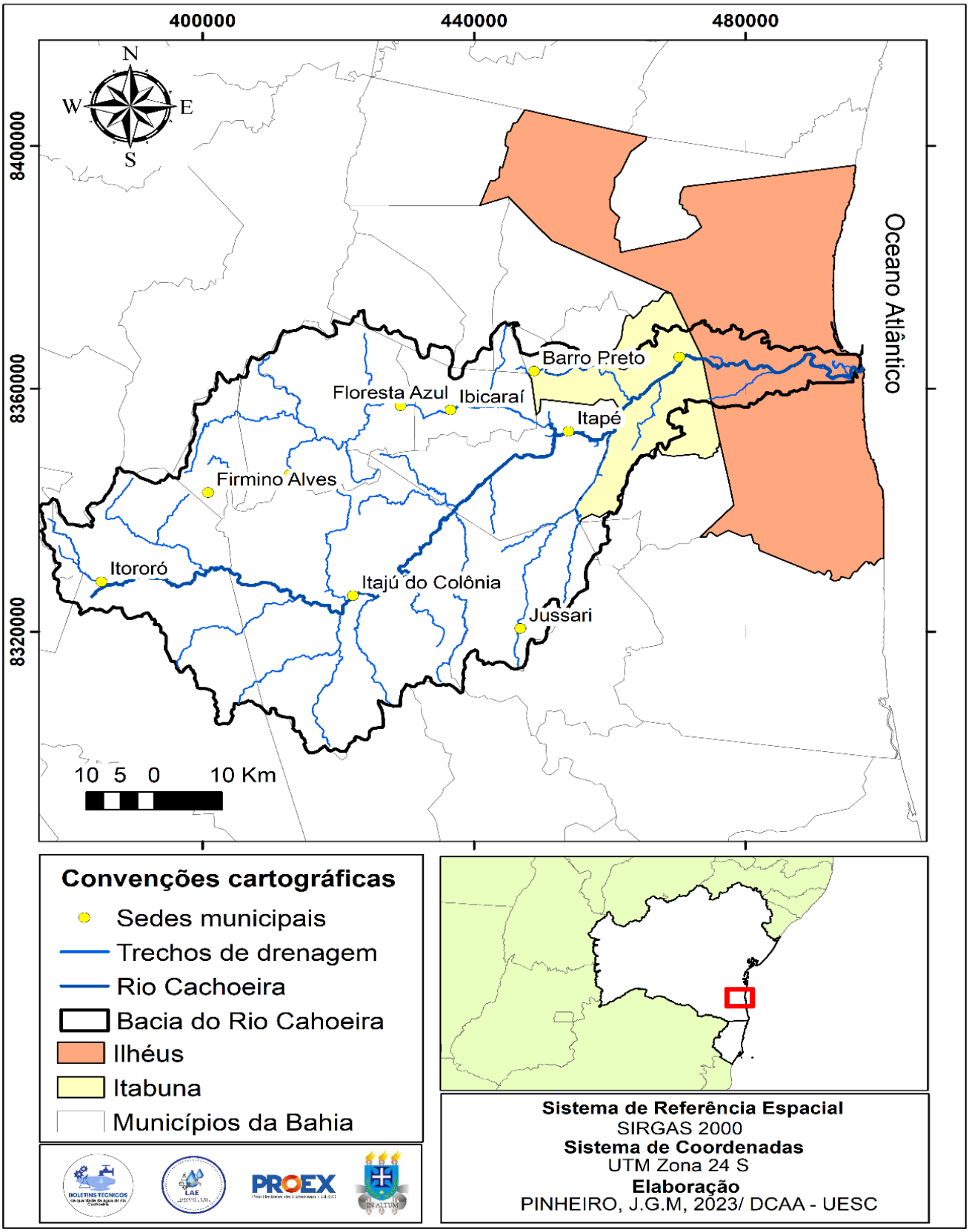
(-) municípios que não responderam ao SNIS.

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

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).

Para a coleta das amostras, quatro pontos foram escolhidos na extensão da ponte no bairro Vila Cachoeira (Figuras 2 e 3) ao longo dos quatros boletins publicados em 2024. Segundo os dados do censo demográfico, realizado pelo IBGE em 2022, o bairro possui 1.080 habitantes.

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira




Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Figura 2. Ponte sobre o rio Cachoeira, Vila Cachoeira – Ilhéus, Bahia

Foto: Leandro Assis (2024)
Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR
Ministério das Cidades

Figura 3. Bairro Vila Cachoeira – Ilhéus, Bahia

Foto: Leandro Assis (2024)
Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR
Ministério das Cidades

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).

## 2.2 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

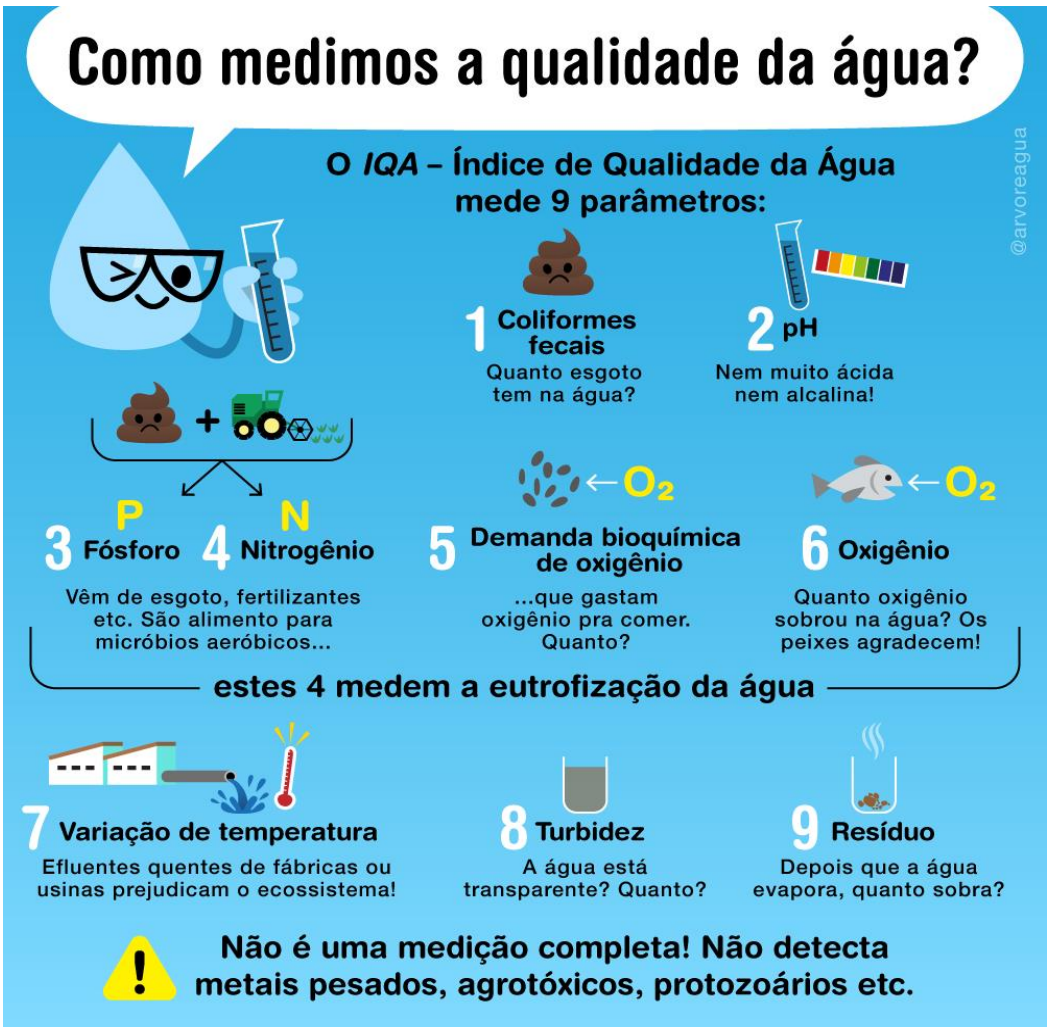
O IQA varia de 0 (qualidade péssima) a 100 (ótima qualidade), sendo mensurado por nove parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais, com seus respectivos pesos (wi) (Tyagi et al., 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). A figura 2 ilustra como são medidos os nove parâmetros do IQA. A Figura 13, apresenta as curvas médias de variação de qualidade das águas, para 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 4. Ilustração dos nove parâmetros do IQA




Fonte: Acervo Água (2021).

O índice IQA 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;

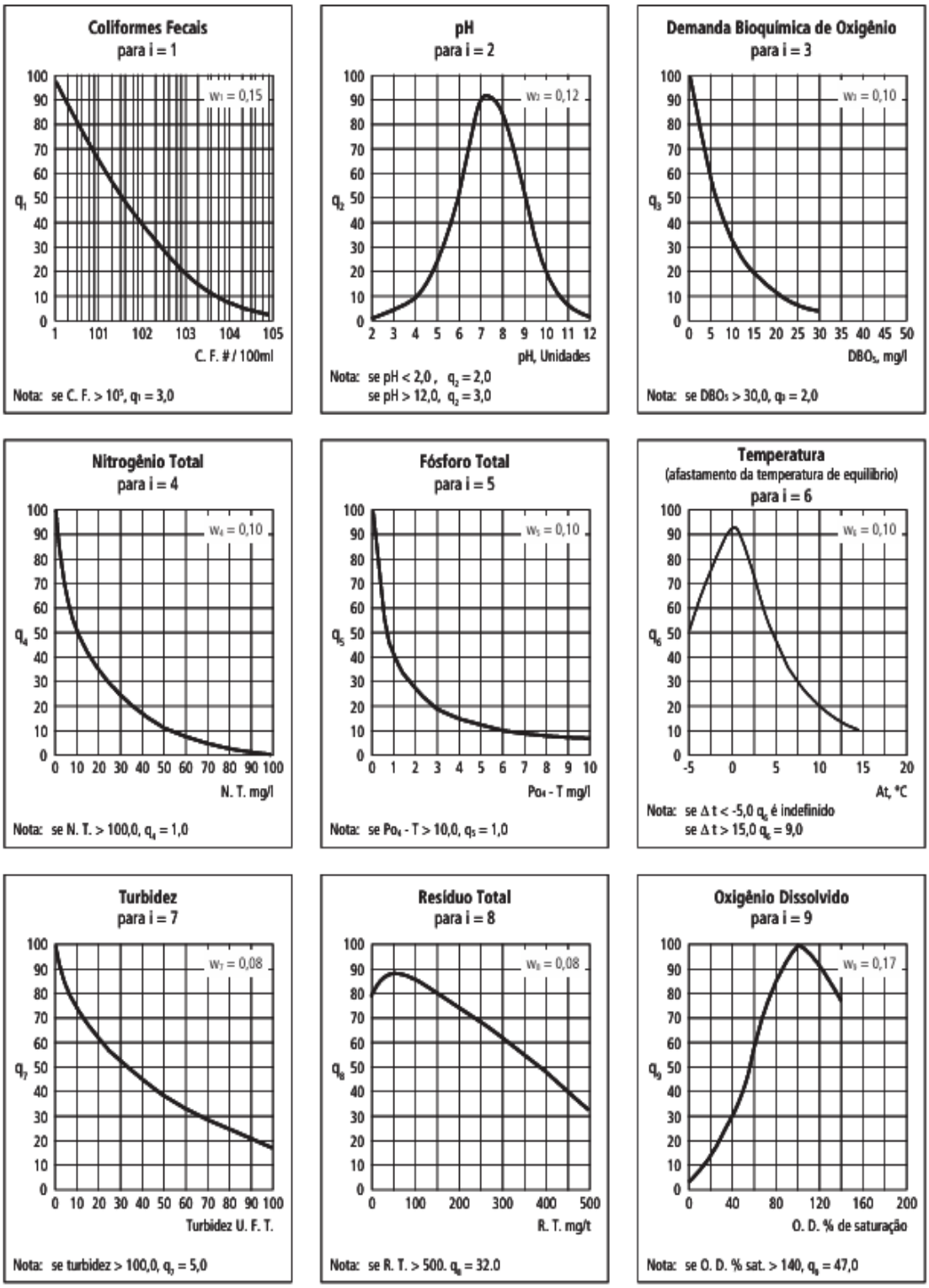
No quadro 1 observa-se as faixas de intervalos de IQA no qual pode-se classificar a qualidade da água conforme a CETESB, sendo a mesma utilizada no estado da Bahia .

Quadro 1. Faixas de qualidade do IQA

| Classificação | Intervalo |
|---|---|
| Ótima | 80 < IQA ≤ 100 |
| Boa | 52 < IQA ≤ 79 |
| Regular | 37 < IQA ≤ 51 |
| Ruim | 20 < IQA ≤ 36 |
| Péssima | IQA ≤ 19 |

Fonte: Adaptado CETESB (2011).

Figura 5. Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas




Fonte: CETESB (2011).

Na tabela 2 são apresentadas as equações propostas por Grunitzki et al. (2013) para obter os valores de *q* da figura 16.

Tabela 2- 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 | $q = 0{,}05421 \cdot ph\text{^}(1{,}23 \cdot ph - 0{,}09873 \cdot ph^2) + 5{,}21$ | 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) | $q = 98{,}96 \cdot nt\text{^}(-0{,}2232 - 0{,}006457 \cdot nt)$ | 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 | $q = 1/(0{,}0003869 \cdot (deltatemp + 0{,}1815)^2 + 0{,}01081)$ | deltatemp < -5, q = indefinido; deltatemp > 15, q = 9 |

Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

## 2.3 Análise estatística

Foi utilizado 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 (σ2).
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.

## 2.4 Coleta e análise dos dados meteorológicos

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/bdmep-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).

## 2.5 Coleta e análise das internações por doenças de veiculação hídrica

Para a realização do monitoramento das doenças de veiculação hídrica nos municípios de Ilhéus e Itabuna, foram obtidos dados de internação hospitalar por doenças de veiculação hídrica, por meio do Sistema de Internação Hospitalar (SIH) do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Os dados oriundos desse sistema são dados secundários, gratuitos e de acesso instantâneo por meio do sítio eletrônico: https://datasus.saude.gov.br. O SIH é um sistema que permite processar e gerir informações de internação, captar, controlar e calcular os valores dos procedimentos hospitalares, além de monitorar as internações hospitalares ao longo do tempo (BRASIL, 2021).

A coleta de dados consistiu na seleção de variáveis para compor as informações das linhas e colunas no tabulador genérico do sistema, a saber: i) município; ii) ano (2024); iii) doenças de veiculação hídrica disponíveis no Capítulo I — "Algumas doenças infecciosas e parasitárias" — da Classificação Internacional de Doenças nº 10 (CID-10) (Quadro 2); iv) faixa etária; e v) sexo.

Para realizar a comparação das internações por doenças de veiculação hídrica entre os municípios de Itabuna e Ilhéus no ano de 2024, foi utilizado o Coeficiente de Morbidade Hospitalar por doenças de veiculação hídrica. O cálculo do coeficiente foi realizado utilizando a seguinte fórmula:

$$Y = \frac{A}{B}\ 100.000$$

Sendo,

Y: coeficiente de morbidade hospitalar

A: frequência absoluta de internações entre os adolescentes do município e ano específico;

B: frequência absoluta da população residente de adolescentes no município e ano de interesse.

Uma vez utilizado esse cálculo, o coeficiente permite anular a influência do quantitativo da população residente de cada município nas análises, possibilitando,

assim, a realização de comparações entre municípios distintos, ao determinar o número de internações por doenças de veiculação hídrica por 100.000 habitantes.

Quadro 2. Doenças de veiculação hídrica disponíveis no DATASUS

| Doenças de Veiculação Hídrica | Código CID - 10 |
|---|---|
| Cólera | A00 |
| Febre tifóide e paratifóide | A01 |
| Amebíase | A06 |
| Diarreia de gastroenterite de origem infecciosa e presumível | A09 |
| Difteria | A36 |
| Leptospirose icterohemorrágica | A27.0 |
| Outras formas de leptospirose | A27.8 |
| Leptospirose não especificada | A27.9 |
| Febre amarela | A95 |
| Outras febre por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus | A90-A94<br>A96-A99 |
| Dengue [dengue clássico] | A90 |
| Febre hemorrágica devida ao vírus da dengue | A91 |
| Restante de outras febre por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus | A92-A94<br>A96-A99 |
| Malária | B50 |
| Malária por *Plasmodium falciparum* | B51 |
| Malária por *Plasmodium vivax* | B52 |
| Malária por *Plasmodium malariae* | B53 |
| Outras formas de malária confirmadas por exames parasitológicos | B54 |
| Malária não especificada | B55 |
| Esquistossomose | B65 |

DATASUS: Departamento de Informática do SUS.
SIH: Sistema de Informações Hospitalares.
Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Ressalta-se que os dados sobre doenças de veiculação hídrica apresentados na seção 3.2, "Monitoramento das Doenças de Veiculação Hídrica", não permitem o estabelecimento de relações de causa e efeito com os dados de qualidade da água ao longo de 2024. Isso se deve ao fato de que as notificações de internações registradas no período não estão, necessariamente, relacionadas a pessoas que tiveram algum grau de contato com as águas do rio Cachoeira. Os dados do SIH/DATASUS referem-se às internações ocorridas no município como um todo, não estando disponíveis por setores censitários ou bairros. Dessa forma, o objetivo de monitorar as internações por doenças de veiculação hídrica neste anuário é gerar sensibilização

em torno desse problema de saúde pública, que ainda acomete populações com doenças negligenciadas. Além disso, compreender a incidência dessas doenças serve como embasamento para o monitoramento contínuo da qualidade da água.

# 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Monitoramento meteorológico

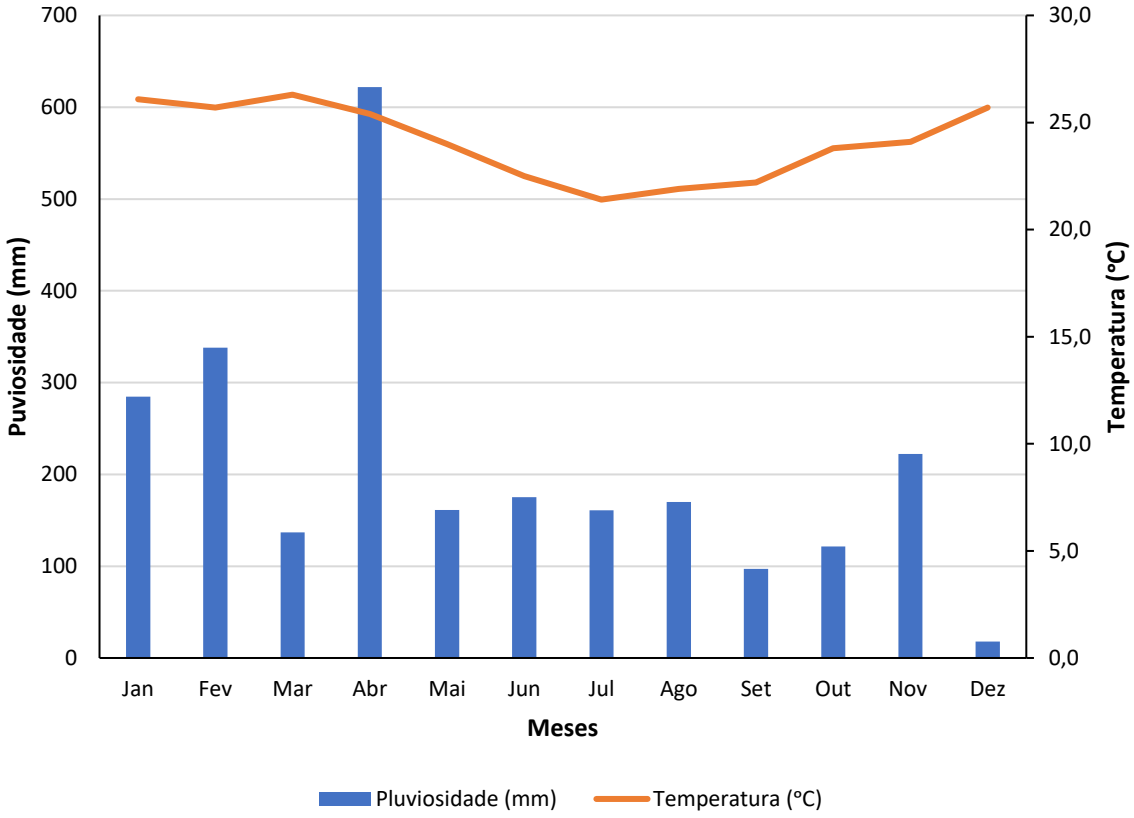
Entre os meses de janeiro a dezembro de 2024, a pluviosidade acumulada foi de 2.507,7 mm, e a temperatura média anual foi de 24,1 °C. Na análise da Figura 6, é possível perceber que, no mês de abril, houve o maior pico de pluviosidade, com 622 mm registrados — o maior volume precipitado ao longo de 2024. Nos meses subsequentes, o volume de chuva diminuiu consideravelmente em comparação com abril, com os menores índices de pluviosidade concentrados nos meses de setembro, outubro e dezembro, sendo este último o mais seco do ano, com apenas 17,8 mm registrados.

A maior pluviosidade no mês de abril ocorreu devido às mudanças na circulação atmosférica que favorecem o aumento da convergência de umidade vinda do oceano Atlântico em direção ao continente. A atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), juntamente com sistemas de instabilidade associados à circulação de ventos alísios e à umidade proveniente da Amazônia, pode intensificar os episódios de chuvas no litoral baiano (Nimer, 1989; Rebouças, 2003). Além disso, eventos de anomalias térmicas no Atlântico Tropical, como o aquecimento anômalo das águas superficiais, podem aumentar a evaporação e, consequentemente, a umidade disponível na atmosfera, contribuindo para precipitações mais intensas (Marengo *et al*., 2011). No que se refere à temperatura do ar, o mês de janeiro apresentou a maior média do ano, com 26,1 °C, seguido pelos meses de março (26,3 °C) e dezembro (25,7 °C), todos pertencentes à estação do verão.

O parâmetro da umidade relativa do ar é uma grandeza que expressa a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera em comparação com a quantidade máxima que o ar pode conter a uma determinada temperatura. Essa medida é expressa em porcentagem, representando o quão próximo o ar está de atingir o ponto de saturação, em que a umidade relativa seria de 100% (Alves;

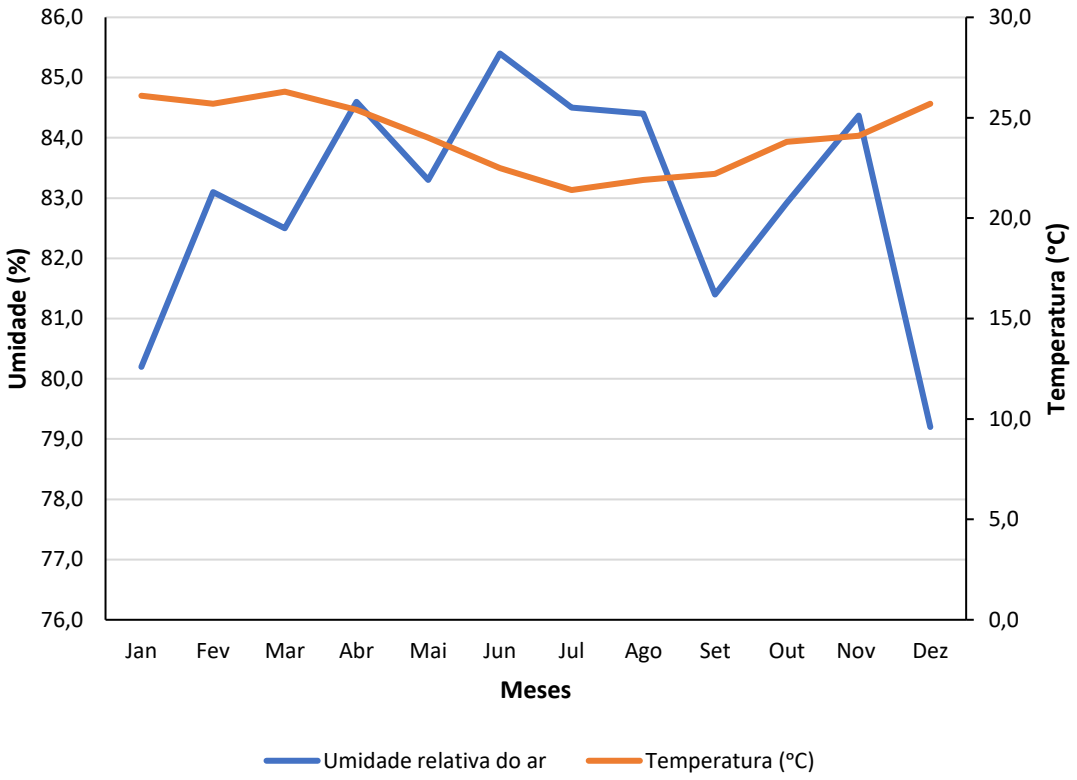
Biudes, 2012). Nos dados apresentados na Figura 7, percebe-se que, de maneira geral, o comportamento da umidade relativa do ar está relacionado à temperatura do ar, sendo que os maiores picos de umidade relativa foram registrados nos momentos em que a temperatura apresentou valores mais baixos. Em dezembro de 2024, devido à baixa pluviosidade, a umidade relativa do ar foi a menor registrada no período, com um valor de 79,2%.

Figura 6 – Comportamento da temperatura do ar e pluviosidade nos meses de janeiro a dezembro de 2024




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

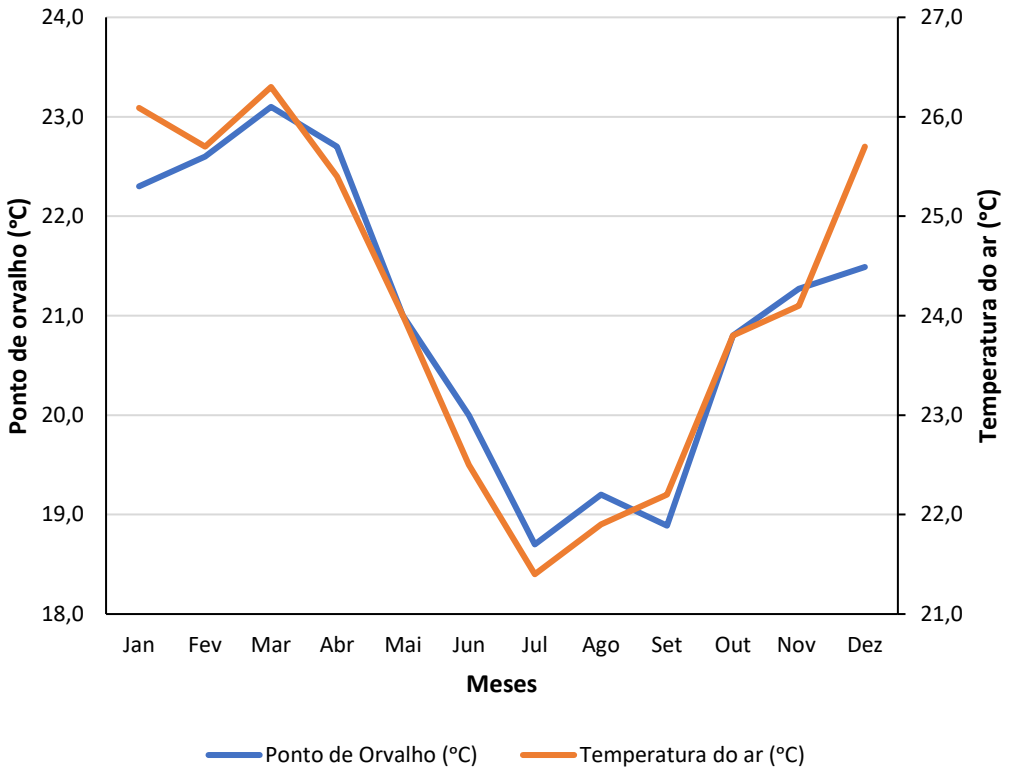
Figura 7– Comportamento da temperatura do ar e umidade relativa nos meses de janeiro a dezembro de 2024




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 11 de fevereiro, foi registrado o menor valor de ponto de orvalho (21,4 °C), enquanto no dia 25 de fevereiro, foi registrado o maior pico de ponto de orvalho (22,7 °C) (Figura 8). De maneira geral, o valor médio foi de 22,04°C, com um desvio padrão de 0,40.

Figura 8– Variação do ponto de orvalho e temperatura do ar nos meses de janeiro a dezembro de 2024




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

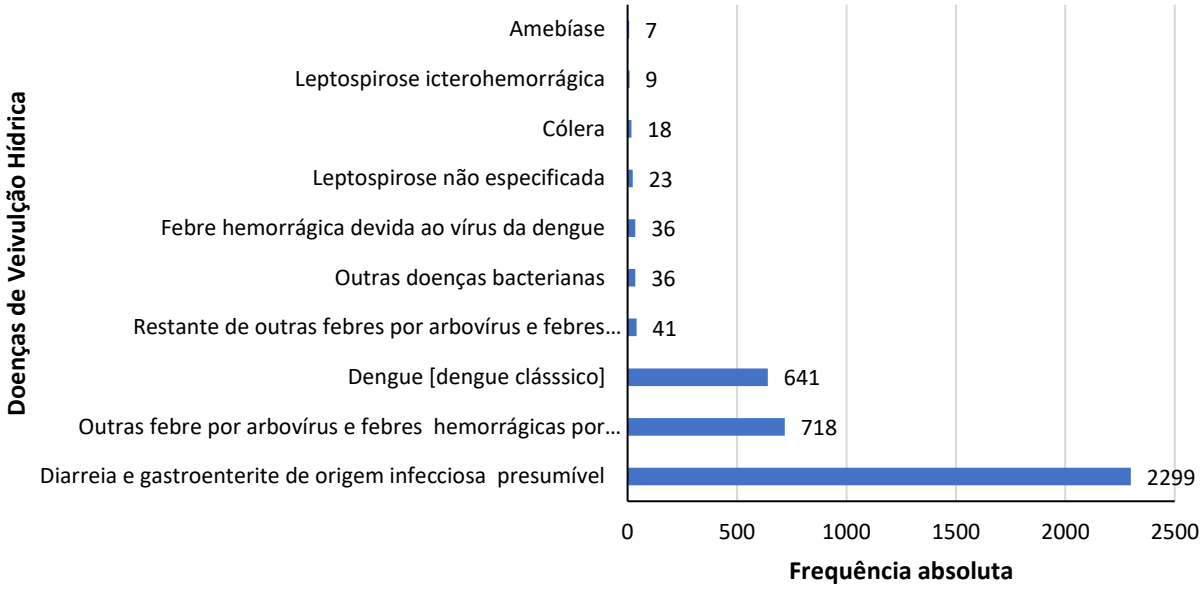
## 3.2 Monitoramento das doenças de veiculação hídrica

De modo geral, a análise do coeficiente de morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica, apresentou uma tendência de redução entre o período compreendido entre os anos de 2010 a 2024, independentemente da faixa etária, nos municípios de Itabuna e Ilhéus. No município de Itabuna, em 2010 foram registradas 226,4 internações a cada 100.000 habitantes em decorrência das doenças de veiculação hídrica. Em 2024, o coeficiente apresentou uma tendência de redução, na qual foram registradas 78,3 internações a cada 100.000 habitantes. No município de Ilhéus, em 2010 foram registradas 269,1 a cada 100.000 habitantes em decorrência das doenças de veiculação hídrica. Em 2024 o coeficiente apresentou uma tendência de redução, na qual foram registradas 129,9 internações a cada 100.000 habitantes.

No que concerne às principais causas de internação por doenças de veiculação hídrica, no município de Itabuna, no período de 2010 a 2024 a principal causa de internação foi a "Diarreia de origem infecciosa presumível" (n=2.299),

seguida das “Outras febres por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus” (n=718) e “Dengue [ dengue clássico]” (n= 641) (Figura 9).

Figura 9. Frequência absoluta das causas de morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no município de Itabuna entre 2010 a 2024.



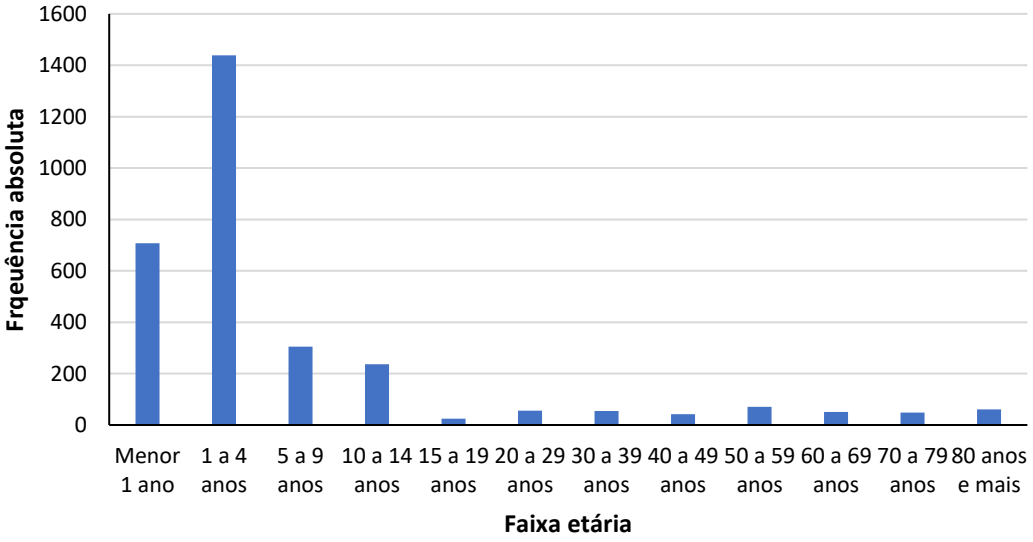

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa

Em relação ao número total de internações por faixa etária, no município de Itabuna no período de 2010 a 2024, a faixa etária que apresentou o maior número de notificação de internações foram as crianças de 1 a 4 anos (n= 1.439), tendo como principais causas: “Diarreia de origem infecciosa presumível” (n=1.310), “Outras febres por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus” (n=123) e “Dengue [ dengue clássico]” (n= 110) (Figura 10). A outra faixa etária maior acometida pelas internações foram as crianças menores de 1 ano (n= 707), tendo como principal causa a “Diarreia de origem infecciosa presumível” (n= 676).

No município de Ilhéus, as principais causas de internação no período de 2010 a 2024 foram as “Outras febre por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus” (n= 1.974), “Dengue [dengue clássico]” (n= 1.883) e “Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível” (n= 1.004) (Figura 11). Em relação ao número total de internações por faixa etária, no município de Ilhéus no período de 2010 a 2024, a faixa etária que apresentou o maior número de notificação de internações foram os adultos de 20 a 29 anos (n= 750), tendo como principais causas: “Outras febres

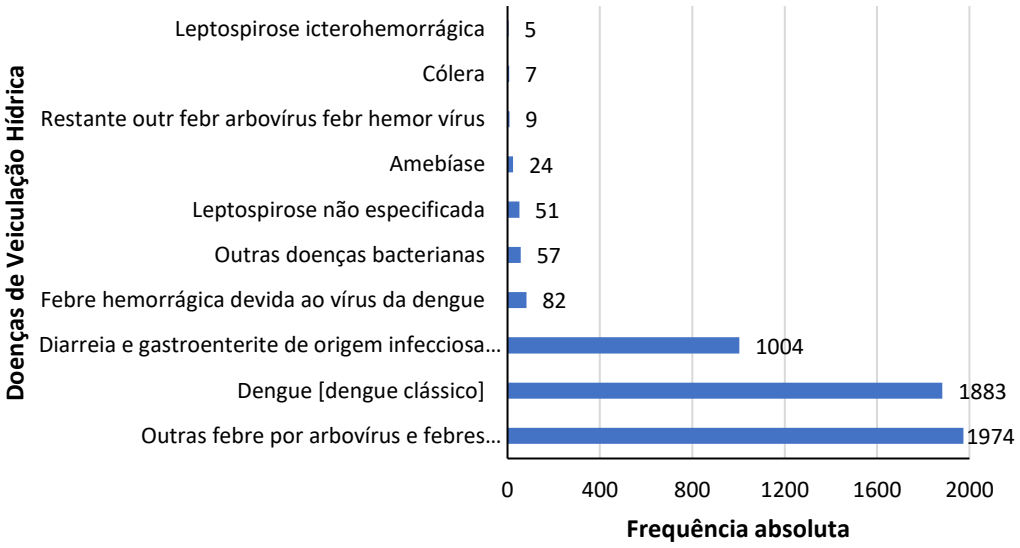
por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus" (n= 326) e "Dengue [dengue clássico]" (n= 310) ). A outra faixa etária maior acometida pelas internações foram os adultos de 30 a 39, tendo como principais causas: "Outras febres por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus" (n= 307) e "Dengue [dengue clássico]" (n= 295) (Figura 12).

Figura 10. Frequência absoluta das causas de morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica, por faixa etária, no município de Itabuna entre 2010 a 2024.



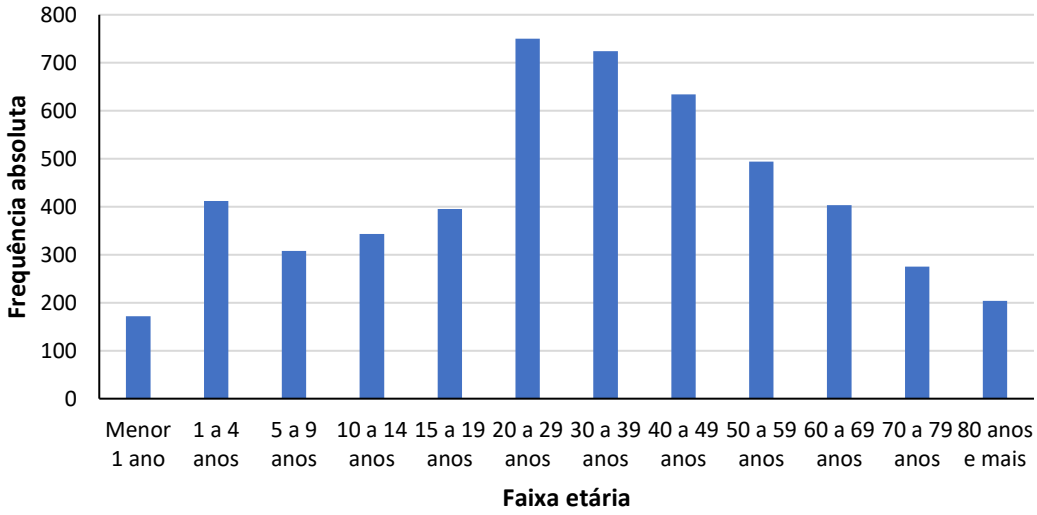

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa

Figura 11. Frequência absoluta das causas de morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no município de Ilhéus entre 2010 a 2024.




Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa

Figura 12. Frequência absoluta das causas de morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica, por faixa etária, no município de Ilhéus, entre 2010 a 2024.




Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa

## 3.3 Análise dos parâmetros físicos

Na tabela 3 são apresentados os resultados brutos dos parâmetros físicos do IQA (turbidez, sólidos totais e temperatura) ao longo do ano de 2024. Ao analisar os resultados dos parâmetros físicos, ressalta-se que todos os valores obtidos estão dentro dos limites permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Na tabela 4 são apresentados as estimativas médias e o intervalo de confiança de 95% dos parâmetros turbidez, resíduos totais e temperatura.

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros físicos do IQA nos pontos analisados.

| Boletim | Pontos de coleta | Turbidez (NTU) | Sólidos totais (mg/L) | Temperatura (ºC) |
|---|---|---|---|---|
| Boletim v.1, n.2 Jul./Ago. | Ponto 1 | 1,81 | 376,0 | 26,6 |
| | Ponto 2 | 1,74 | 443,0 | 25,1 |
| | Ponto 3 | 1,51 | 380,0 | 28,0 |
| | Ponto 4 | 2,0 | 366,0 | 28,1 |
| Boletim v.1, n.3 Set./Out. | Ponto 1 | 2,74 | 376,0 | 27,2 |
| | Ponto 2 | 2,72 | 348,0 | 26,9 |
| | Ponto 3 | 2,95 | 343,0 | 27,3 |
| | Ponto 4 | 2,92 | 271,0 | 26,5 |
| Boletim v.1, n.4 Nov./Dez. | Ponto 1 | 1,14 | 320,0 | 27,5 |
| | Ponto 2 | 1,13 | 322,0 | 27,3 |
| | Ponto 3 | 1,12 | 323,0 | 27,3 |
| | Ponto 4 | 1,14 | 318,0 | 26,9 |

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Tendo como base a Resolução CONAMA nº357/2005 para rios de classe 2, observa-se que o bairro Vila Cachoeira, ao longo do ano de 2024, apresentou um limite inferior a 1,5 NTU de turbidez, dessa forma pode-se afirmar com 95% de confiança que este parâmetro está dentro do limite permitido pela Resolução CONAMA. Relativo aos sólidos totais, o limite inferior com 95% de confiança foi de 315,34 mg/L, estando dentro do limite permitido pela Resolução que preconiza valores iguais ou inferiores a 500 mg/L. Segundo Von Sperling (2011) para esgoto bruto são esperados 1100 mg/L de sólidos totais. Águas com valores acima de 500 mg/L comprometem a palatabilidade.

Tabela 4 - Intervalo de confiança de 95% para os parâmetros turbidez, sólidos totais e temperatura

| Parâmetros IQA | Limite inferior | Limite Superior | CONAMA 357/2005 |
|---|---|---|---|
| Turbidez (NTU) | 1,5 | 2,31 | ≤ 100 UNT |
| Sólidos totais (mg/L) | 315,34 | 365,33 | ≤ 500 mg/L |
| Temperatura (°C) | 26,62 | 27,47 | ≤ 40 °C |

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

O parâmetro de temperatura deve ser inferior a 40°C estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces. No trecho analisado do rio Cachoeira ao longo do ano de 2024, o limite superior com 95% de confiança foi de 27,47°C estando coerente com as variações de temperatura do clima local. 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).

Na tabela 5, são apresentados os resultados da estatística descritiva dos parâmetros físicos analisados nos três boletins publicados em 2024. A turbidez apresentou uma média de 1,91 NTU, com valores variando entre 1,12 e 2,95 NTU. Esses resultados estão muito abaixo do limite máximo permitido de 100 UNT, evidenciando uma água visualmente limpa e com baixa presença de partículas em suspensão. No entanto, o coeficiente de variação foi de 38,9%, o que demonstra certa instabilidade nos valores registrados, possivelmente relacionada a variações sazonais ou uso do solo nas proximidades. No que diz respeito aos sólidos totais, os valores oscilaram entre 271 e

443 mg/L, com média de 340,5 mg/L. Todos os resultados permanecem dentro do limite legal de 500 mg/L. O coeficiente de variação foi de 13,89%, indicando uma variação moderada e um padrão mais estável desse parâmetro ao longo do tempo ou entre pontos de coleta. A temperatura da água variou de 25,1 °C a 28,1 °C, com média de 27,02 °C, ficando muito abaixo do limite máximo de 40 °C. O coeficiente de variação foi de apenas 2,96%, o que revela grande estabilidade térmica no ambiente aquático avaliado.

Tabela 5 – Estatística descritiva dos parâmetros turbidez, sólidos totais e temperatura ao longo do ano de 2024

| Estatísticas descritivas | Turbidez (NTU) | Sólidos totais (mg/L) | Temperatura (ºC) |
|---|---|---|---|
| Média | 1,91 | 340,5 | 27,02 |
| Desvio padrão | 0,74 | 47,3 | 0,8 |
| Mínimo | 1,12 | 271 | 25,1 |
| Máximo | 2,95 | 443 | 28,1 |
| Coeficiente de variação(%) | 38,9 | 13,89 | 2,96 |

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

### 3.4 Análise dos parâmetros químicos

Na tabela 6 são apresentados os dados brutos dos parâmetros químicos do IQA para o ano de 2024: 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 ao longo do ano de 2024.

| Boletim | Pontos de coleta | Oxigênio Dissolvido (mg/L) | pH | DBO (mg $O_2$/L) | Nitrogênio Total (mg N/L) | Fósforo Total (mg P/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Boletim v.1, n.2 Jul./Ago. | Ponto 1 | 8,2 | 6,3 | 32,19 | 18,49 | 6,39 |
| | Ponto 2 | 10,4 | 6,0 | 27,21 | 14,58 | 3,75 |
| | Ponto 3 | 7,6 | 6,5 | 28,09 | 12,15 | 4,32 |
| | Ponto 4 | 8,4 | 6,8 | 27,12 | 14,01 | 4,79 |
| Boletim v.1, n.3 Set./Out. | Ponto 1 | 6,8 | 6,6 | 8,54 | 5,99 | 1,76 |
| | Ponto 2 | 8,0 | 6,6 | 9,61 | 5,49 | 1,64 |
| | Ponto 3 | 7,5 | 7,3 | 7,65 | 5,41 | 1,40 |
| | Ponto 4 | 6,3 | 6,7 | 8,64 | 5,93 | 2,03 |
| Boletim v.1, n.4 Nov./Dez. | Ponto 1 | 3,6 | 6,8 | 7,36 | 4,27 | 1,26 |
| | Ponto 2 | 3,4 | 6,6 | 9,32 | 2,64 | 1,53 |
| | Ponto 3 | 3,1 | 6,4 | 6,85 | 5,33 | 4,14 |
| | Ponto 4 | 4,2 | 6,2 | 8,18 | 2,52 | 0,74 |

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 (6,38) e superiores (6,74) do pH estimado com 95% de confiança para o bairro Vila Cachoeira ao longo de 2024 estão em conformidade com a faixa estabelecida pela Resolução (Tabela 7). 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.

Tabela 7 - Intervalo de confiança de 95% para os parâmetros químicos do IQA ao longo de 2024

| Parâmetros IQA | Limite inferior | Limite Superior | CONAMA 357/2005 |
|---|---|---|---|
| Oxigênio Dissolvido (mg/L) | 5,08 | 7,77 | ≥ 5 mg $O_2$/L |
| pH | 6,38 | 6,74 | 6 a 9 |
| DBO (mg $O_2$/L) | 8,73 | 20,29 | ≤ 5 mg $O_2$/L |
| Nitrogênio Total (mg N/L) | 5,16 | 10,77 | ≤ 2,18 mg N/L |
| Fósforo Total (mg P/L) | 1,84 | 3,69 | ≤ 0,10 mg P/L |

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Ao avaliar o nível de oxigênio dissolvido (OD) neste trecho do rio Cachoeira, todos os valores de OD analisados nos pontos amostrados e publicados nos três boletins

ao longo de 2024, estão acima do limite mínimo permitido pela Resolução para rios Classe 2 (≥ 5 mg $O_2$/L). Observou-se também que os limites inferior e superior de 5,08 e 7,77 mg/L, respectivamente, estão acima do valor mínimo preconizado pela Resolução. Dessa forma, pode-se inferir com 95% de confiança que os pontos analisados cumprem esse requisito da Resolução CONAMA para água doce e rios classe 2.

O OD (sendo o parâmetro mais importante do IQA) é uma medida da concentração de oxigênio molecular ($O_2$) 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.

Especificamente relacionado ao OD, a temperatura da água interfere diretamente na capacidade de dissolução do oxigênio. De maneira geral, em área ao nível do mar, uma amostra de água a 20°C conterá cerca de 9,08 mg $O_2$/L, ao reduzir esta mesma amostra para 5°C este teor passará para cerca de 12,77mg $O_2$/L. Todavia, a energia sob a forma de calor atua como um importante regulador de diversos processos vitais. A lei Van't Hoff postula que sempre que a temperatura é elevada de 10°C, as reações químicas possuem a sua cinética aumentada de 2 a 3 vezes. O aumento bem como a diminuição da temperatura possui uma díade: por um lado a elevação da temperatura atua positivamente nos processos de degradação biológica da matéria orgânica e na reprodução de algas fotossintetizantes, por outro, ao reduzir dissolução de $O_2$ na massa hídrica, passa a ser um fator prejudicial, demandando um suprimento mais efetivo de oxigênio do que em condições de menor temperatura (Shimizu, 2000).

No que se refere à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), o limite inferior foi de 8,73 mg $O_2$/L. A Resolução CONAMA nº 357/2005 para água doce de rios classe 2, considera o valor permitido como ≤ 5 mg $O_2$/L. Dessa forma, podemos inferir com 95% de confiança que os pontos amostrados ao longo do ano de 2024 excederam os limites permitidos pela Resolução. Entende-se por DBO um indicativo da quantidade de

matéria orgânica presente na água. Assim, considera-se uma água com menor qualidade aquela que apresenta menor concentração de OD e maior DBO (Júnior et al., 2018).

Para a determinação dos valores de DBO em uma amostra de água, são utilizadas as concentrações para realizar uma estimativa da presença de material orgânico degradado por microrganismos anaeróbios, como parte essencial de processos metabólicos em um determinado período de tempo. A análise deste parâmetro revela o quantitativo de compostos orgânicos de natureza biodegradável presentes na água, sendo utilizada como forma de quantificar o grau de contaminação de origem orgânica em sistema hídricos e estações de tratamento (Poersch et al., 2021).

Em nenhuma coleta de 2024 o parâmetro químico do nitrogênio ficou abaixo do estabelecido, o limite inferior de 5,16 mg N/L encontra-se acima do limite aceitável da Resolução, que é de no máximo 2,18 mg N/L. Segundo Von Sperling (2011), 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, 2011).

O nitrogênio é um elemento essencial para o desenvolvimento de algas, podendo em grande concentrações, desencadear o processo de eutrofização, como ocorre em diversas seções do rio Cachoeira. A alta concentração de nitrogênio influencia diretamente a concentração de OD, uma vez que os processos bioquímicos de conversão da amônia em nitrito e posteriormente, nitrito em nitrato, tem-se o consumo de OD. A

forma encontrada do nitrogênio no corpo d'água fornece indícios sobre o estágio da poluição ocasionada por lançamento doméstico no rio. Quando a poluição é recente, o nitrogênio encontra-se, principalmente, sob a forma de nitrogênio orgânico ou amônia e em caso de poluição antiga, basicamente, sob a forma de nitrato (Von Sperling, 2005).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o limite total de fósforo como 0,10 mg P/L. Os resultados dos pontos analisados, com 95% de confiança, demonstram que a presença de fósforo está acima (limite inferior de 1,84 mg P/L) do limite permitido pela legislação CONAMA. 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 e impedir a passagem de Luz no corpo hídrico prejudicando os organismos fotossintetizantes. Essas cianobactérias podem alterar a qualidade das águas, especialmente as destinadas ao abastecimento público (Barreto et al., 2013). A presença de fósforo na água ocorre em função da presença de sólidos em suspensão e dos sólidos dissolvidos. A origem natural deste composto é devido à dissolução de compostos do solo e a decomposição da matéria orgânica. Todavia, a presença antropogênica do fósforo ocorre devido aos lançamentos domésticos e industriais, detergentes, surfactantes, excrementos de animais e uso de fertilizantes (Von Sperling, 2005). Na tabela 8 são apresentados os resultados da estatística descritiva dos parâmetros químicos do IQA ao longo do ano de 2024 dos pontos amostrados no bairro Vila Cachoeira.

Tabela 8 – Estatística descritiva dos parâmetros químicos do IQA ao longo do ano de 2024

| **Estatísticas descritivas** | **Oxigênio Dissolvido (mg/L)** | **pH** | **DBO (mg $O_2$/L)** | **Nitrogênio Total (mg N/L)** | **Fósforo Total (mg P/L)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Média | 6,46 | 6,57 | 15,06 | 8,07 | 2,81 |
| Desvio padrão | 2,36 | 0,33 | 10,14 | 5,29 | 1,78 |
| Mínimo | 3,1 | 6,0 | 6,85 | 2,52 | 0,74 |
| Máximo | 10,4 | 7,3 | 32,19 | 18,49 | 6,39 |
| Coeficiente de variação(%) | 36,51 | 50,8 | 67,33 | 65,56 | 63,48 |

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

O oxigênio dissolvido apresentou uma média de 6,46 mg/L, valor adequado para a manutenção da vida aquática. Contudo, o valor mínimo observado foi de 3,1 mg/L, o que pode comprometer a sobrevivência de espécies mais sensíveis, especialmente em períodos de maior carga poluente. A variação de 36,51% entre as amostras indica flutuações consideráveis na oxigenação do ambiente, possivelmente associadas à presença de matéria orgânica em decomposição.

O pH médio foi de 6,57, situando-se dentro da faixa aceitável para ambientes aquáticos (geralmente entre 6 e 9). Ainda assim, a variação de 50,8% e os valores extremos de 6,0 a 7,3 demonstram que o ambiente sofre alterações químicas significativas, o que pode afetar o equilíbrio biológico e a solubilidade de nutrientes e metais.

Em relação à DBO, os resultados são preocupantes. A média foi de 15,06 mg $O_2$/L, com valores variando de 6,85 a 32,19 mg $O_2$/L. Esses números são muito superiores ao valor de referência de 5 mg $O_2$/L, utilizado como indicativo de boa qualidade da água. A DBO elevada sugere forte presença de matéria orgânica, que consome oxigênio durante sua decomposição, agravando o risco de hipóxia. A elevada variação (67,33%) reforça a hipótese de descargas intermitentes de poluentes orgânicos, como esgotos domésticos não tratados.

Os valores de nitrogênio total também foram altos, com média de 8,07 mg N/L, e máxima de 18,49 mg N/L. Tais concentrações são características de ambientes sujeitos à influência de efluentes sanitários e atividades agropecuárias. O excesso de nitrogênio contribui para o processo de eutrofização, promovendo a proliferação de algas e o desequilíbrio do ecossistema aquático. A variação entre as amostras (65,56%) é mais uma evidência de fontes poluidoras pontuais ou sazonais.

Da mesma forma, o fósforo total apresentou valores significativamente elevados, com média de 2,81 mg P/L e máximos que chegam a 6,39 mg P/L. Considerando que concentrações acima de 0,1 mg P/L já podem desencadear a eutrofização em águas doces, os dados apontam para um ambiente fortemente impactado por cargas excessivas de nutrientes. A variabilidade (63,48%) nesse parâmetro também sugere contribuições irregulares, possivelmente oriundas de fertilizantes, detergentes e resíduos orgânicos.

## 3.5 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 9 estão apresentados os valores brutos obtidos em cada ponto ao longo do ano de 2024.

Tabela 9 – Resultados do parâmetro biológico do IQA nos pontos analisados ao longo do ano de 2024.

| Boletim | Pontos de coleta | Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL) |
|---|---|---|
| Boletim v.1, n.2 Jul./Ago. | Ponto 1 | 336 |
| | Ponto 2 | 2.600 |
| | Ponto 3 | 3.960 |
| | Ponto 4 | 4.450 |
| Boletim v.1, n.3 Set./Out. | Ponto 1 | 297 |
| | Ponto 2 | 198 |
| | Ponto 3 | 290 |
| | Ponto 4 | 200 |
| Boletim v.1, n.4 Nov./Dez. | Ponto 1 | 410 |
| | Ponto 2 | 110 |
| | Ponto 3 | 510 |
| | Ponto 4 | 718 |

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Conforme pode-se observar na tabela 10, o limite superior estimado de 1.956,32 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 nos pontos analisados no bairro Vila Cachoeira ao longo de 2024, possui alta concentração de coliformes termotolerantes. 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).

Tabela 10 - Intervalo de confiança de 95% para o parâmetro biológico do IQA ao longo de 2024

| Parâmetros IQA | Limite inferior | Limite Superior | CONAMA 357/2005 |
|---|---|---|---|
| Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL) | 273,56 | 1.956,32 | 1000 NMP/100 mL |

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

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).

Na tabela 11, são apresentados a estatística descritiva do parâmetro de coliforme termotolerantes ao longo de 2024. Os coliformes termotolerantes, são indicadores clássicos de contaminação por esgoto doméstico ou fezes de animais em ambientes aquáticos. A média encontrada foi de 1.173,25 NMP/100 mL, o que já representa um valor elevado em termos de potabilidade e uso recreativo da água, dependendo da classe do corpo hídrico estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

O valor mínimo de 110 NMP/100 mL ainda indica presença de contaminação fecal, enquanto o valor máximo de 4.450 NMP/100 mL representa um nível extremamente alto de poluição, potencialmente associada a descargas diretas de esgoto sem tratamento. Essa variação extrema é refletida no coeficiente de variação de 133,65%, que demonstra uma altíssima instabilidade nos níveis de coliformes ao longo do período ou entre os pontos amostrados, o que pode indicar fontes irregulares e intermitentes de contaminação.

Tabela 11 – Estatística descritiva do parâmetro biológico do IQA ao longo do ano de 2024

| Estatísticas descritivas | Coliformes termotolerantes |
|---|---|
| Média | 1.173,25 |
| Desvio padrão | 1.568,04 |
| Mínimo | 110 |
| Máximo | 4.450 |
| Coeficiente de variação(%) | 133,65 |

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

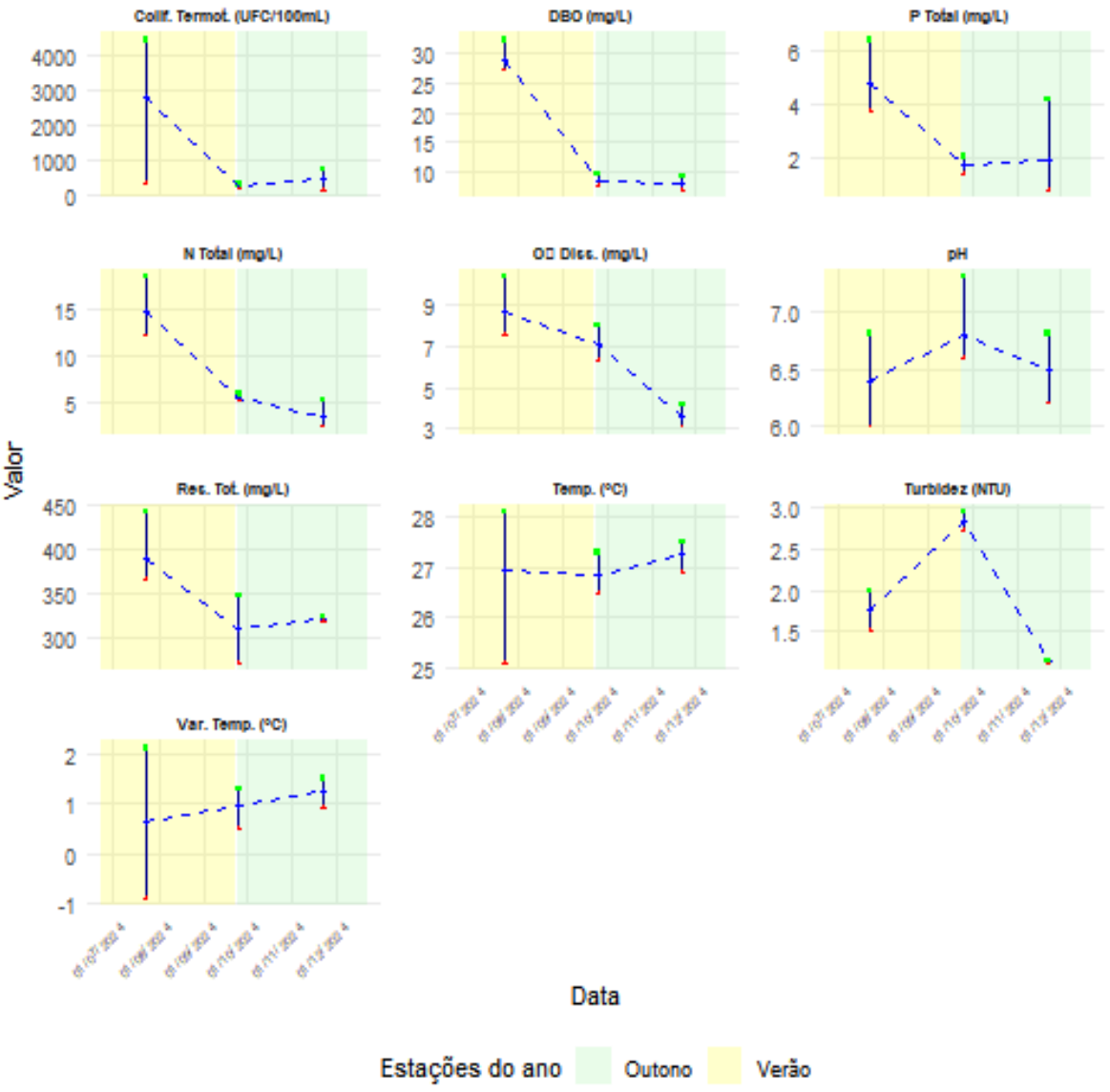
## 3.6 Análise dos parâmetros do IQA nas estações do outono e verão

A análise temporal dos dados ambientais revela uma nítida influência sazonal sobre a qualidade da água monitorada. No início do período, correspondente ao verão, observam-se os maiores valores de contaminação fecal, evidenciados pelos altos níveis de coliformes termotolerantes, que posteriormente apresentam queda significativa nas campanhas seguintes. Esse padrão indica que, durante o verão, há maior aporte de esgoto doméstico ou dejetos animais, possivelmente intensificado por escoamentos superficiais decorrentes das chuvas típicas da estação (Figura 12).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) também apresenta seu pico no verão, refletindo uma maior carga de matéria orgânica biodegradável nesse período. Entretanto, os valores diminuem progressivamente nas campanhas seguintes, o que aponta para uma possível melhora na qualidade da água ao longo do tempo. Essa tendência positiva é corroborada pela redução nas concentrações de nutrientes, como fósforo total e nitrogênio total, os quais também apresentam valores elevados inicialmente e decrescem de forma acentuada nas amostragens subsequentes.

Apesar da redução da DBO, observa-se uma queda gradual na concentração de oxigênio dissolvido ao longo das campanhas, o que pode indicar um desequilíbrio nos processos de aeração natural ou uma elevação da temperatura nos períodos mais quentes, comprometendo a solubilidade do oxigênio. Essa queda merece atenção, pois o oxigênio dissolvido é essencial para a sobrevivência da fauna aquática.

Figura 13. Valores mínimos, médios e máximos por data.




Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

O pH da água mostra uma elevação sutil com o passar do tempo, partindo de valores mais ácidos e se aproximando de uma faixa neutra. Essa variação é considerada positiva, pois valores muito baixos de pH podem comprometer os processos biológicos e a biodiversidade aquática.

Os sólidos totais dissolvidos apresentam redução entre a primeira e a segunda campanha e tendem à estabilidade posteriormente. Essa variação pode estar associada à diluição por maior volume de água ou à redução da entrada de sedimentos e resíduos. A turbidez, por sua vez, apresenta comportamento oposto:

há um aumento no final do verão, possivelmente causado por processos erosivos ou aporte de material em suspensão, seguido de uma queda significativa no outono.

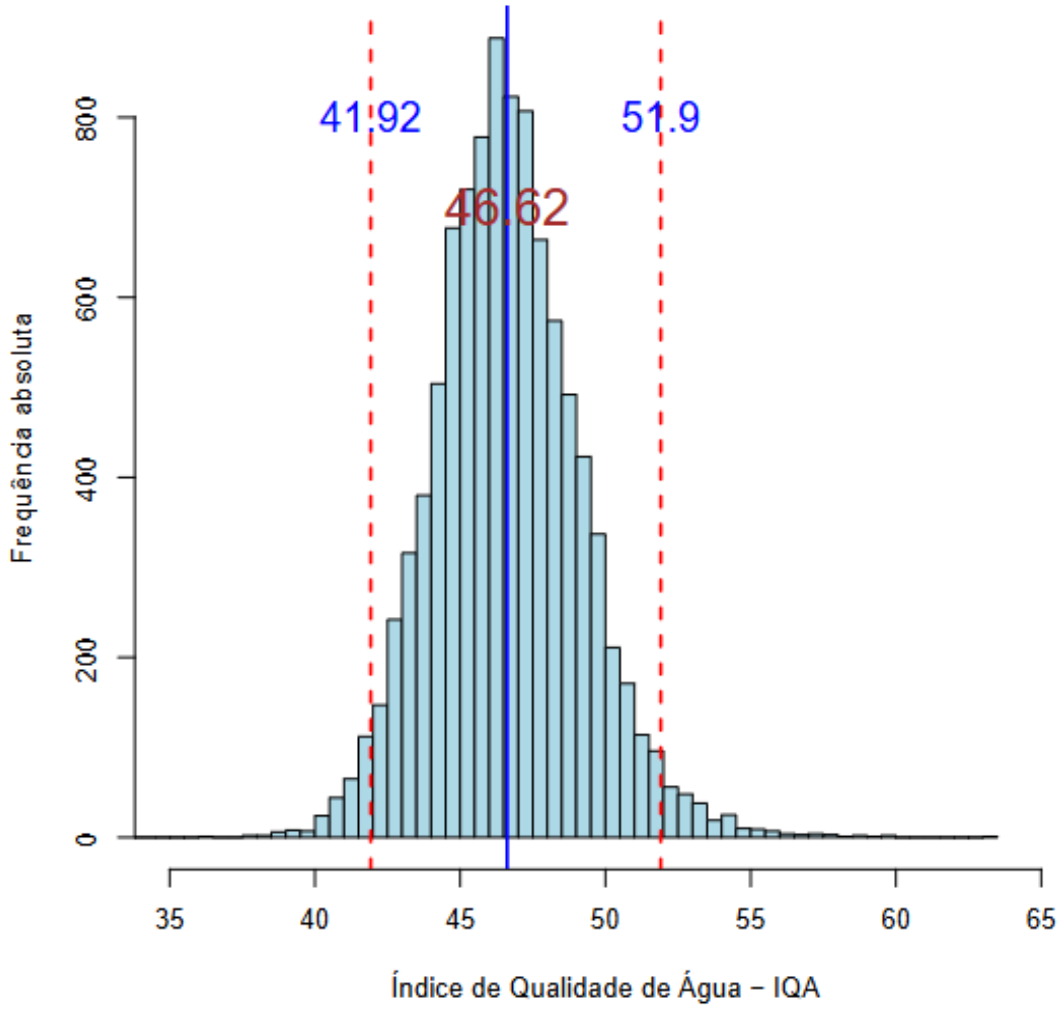
A temperatura da água, como esperado, diminui do verão para o outono, acompanhando as condições climáticas da região. Essa redução térmica é benéfica para a retenção de oxigênio na água. Já a variação de temperatura ao longo do dia aumenta ligeiramente, sugerindo mudanças nos padrões de cobertura vegetal ou no regime de insolação que podem afetar a estabilidade térmica do ecossistema aquático.

## 3.7 Análise do IQA

Como consequência da análise das estimativas das variáveis já citadas, observa-se uma piora na estimativa do intervalo de confiança para o IQA, melhorando a credibilidade sobre qualquer inferência que for realizada acerca deste índice. Segue o intervalo de confiança de 95% (Figura 14).

Os resultados estatísticos para o IQA encontram-se na tabela 12, o limite inferior do intervalo de confiança (42,5) e o limite superior do intervalo de confiança (51,88) se encontram dentro da faixa do IQA de 37 a 51. Logo, com 95% de confiança podemos classificar o ponto do bairro Vila Cachoeira como **Regular** para o período de 2024 analisado.

Figura 14 - Distribuição do IQA pelo método Monte Carlo.




Fonte: dados da pesquisa, 2025.

Tabela 12 – Média e intervalo de confiança de 95% para a variável IQA.

| Índice | Média | Limite inferior | Limite Superior |
|---|---|---|---|
| IQA | 46,62 | 42,5 | 51,88 |

Fonte: dados da pesquisa, 2025.

## 4.CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade da água está diretamente relacionada à ocorrência de doenças de veiculação hídrica, que são enfermidades transmitidas pelo consumo ou contato com água contaminada por agentes patogênicos, como bactérias, vírus, protozoários

e parasitas. Quando a água não passa por tratamento adequado ou é exposta a fontes de poluição, como esgoto doméstico, resíduos industriais ou agrícolas, ela se torna um meio propício para a disseminação de doenças como hepatite A, cólera, febre tifóide, giardíase e amebíase. A ingestão dessa água contaminada ou o uso em atividades cotidianas, como preparo de alimentos e higiene pessoal, eleva significativamente os riscos à saúde pública, especialmente em comunidades com infraestrutura sanitária precária. Portanto, garantir o acesso à água potável e ao saneamento básico é essencial para a prevenção dessas enfermidades e para a promoção da saúde coletiva.

Para este anuário de 2024, o valor do Índice de Qualidade das Águas dos boletins técnicos dos trimestres, coletadas no Distrito do Japu, os resultados estatísticos mostram que o limite inferior do intervalo de confiança (41,92) está dentro da faixa de 37 a 51, que é o intervalo classificado como regular, segundo a CETESB, valor seguido pelos estados de SP e BA. Já o limite superior do intervalo de confiança (51,90) se encontra dentro da faixa de 52 a 79, que é classificado como bom. Entretanto, o IQA médio (46,62) está dentro do intervalo de classificação como regular, logo, com 95% de confiança, podemos classificar as águas no ponto do Japu no ano de 2024, como de regular a boa. O estudo mostra que de acordo com os nove parâmetros, que compõem o IQA, o rio Cachoeira pode ser classificado neste período avaliado, como “regular”, haja vista que os parâmetros (DBO, NT, e PT) não estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005, já o parâmetro Coliformes Termotolerantes, está fora da Resolução, no período de julho/agosto de 2024. Sendo que os outros 5 parâmetros (turbidez, ST, temperatura, OD e pH) estão dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA nº357/2005. Cabe salientar que os valores dos nutrientes Nitrogênio e Fósforo foram os mais baixos quando comparados com as campanhas anteriores (30/04 e 04/07). O Nitrogênio apresentou uma redução de aproximadamente 10 vezes o valor em relação à da 2a campanha (04/07). Se observarmos a tríade DBO, NT e PT em todos os boletins não atenderam aos requisitos da Classe 2 do CONAMA nº 357/2005. Isso mostra que a persistência desses valores, pode sinalizar que ações de planejamento estratégico na bacia hidrográfica do rio Cachoeira para redução da carga orgânica e nutrientes devem ser vistas como ações prioritárias para garantir a qualidade das águas do rio.

## REFERÊNCIAS

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.

AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; BENINI, S. M. Monitoramento de recursos hídricos e parâmetros de qualidade de água em bacias hidrográficas. IN: AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; BENINI, S. M. **Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações**, v. 2, p. 204, São Paulo: Editora da ANAP. 2018.

AMORIM, A. T. Poluição dos recursos hídricos e políticas para proteção dos recursos hídricos. **Geopauta**, v. 8, p. e14952, 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.

BARRETO, L. et al. Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia biosfera**, v. 9, n. 16, 2013.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. São Paulo: CETESB. 1971.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 13 maio 2025.

BRASIL. Sistema de Internação Hospitalar (SIH). 2021. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svs/sistemas-de informacao/sistema-de-informacoes-sobre-mortalidade-sim. Acesso em: 30 abr. 2025.

Canty, A.; Ripley, B. D. boot: Bootstrap R (S-Plus) Functions, 2022. R package version1.3-28.1.

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_35

7_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

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.

GRUNITZKI, R. et al. Ferramenta web para determinação do índice de qualidade de água a partir da reestruturação das equações que descrevem as curvas dos indicadores de qualidade. IN: **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves,** Rio Grande do Sul, 2013.

IGNÁCIO, S. A. Importância da estatística para o processo de conhecimento e tomada de decisão. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, n. 118, p. 175-192, 2010.

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.

JACOBI, P. et al. ODS 6–Água potável e saneamento. IN: FREY, K. et al. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável Desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista,** p. 120 - 132. Editora UFABC: 2020.

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.

MARENGO, J. A. et al. **Climate Change: Impacts and Scenarios for Brazil**. Climate Research, 2011.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

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.

ONU. Organização das Nações Unidas **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015.** Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acesso em: 15 abr. 2025.

POERSCH, A. C. C. et al. Aspectos climatológicos da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e as implicações do aumento da temperatura na realização da análise. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e225101119680-e225101119680, 2021.

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/.

REBOUÇAS, A. C. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 2003.

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.

SHIMIZU, W. A. **Oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio no Rio Uberabinha: um estudo da poluição orgânica biodegradável**. 2000. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000.

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.

TYAGI, Shweta et al. Water quality assessment in terms of water quality index. **American Journal of water resources**, v. 1, n. 3, p. 34-38, 2013.

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

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

**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**