



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

MATHEUS PINHEIRO MARTINS

**APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA-CETESB) NA
SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO CERVO, EM ASSIS/SP.**

Assis/SP

2023



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

MATHEUS PINHEIRO MARTINS

**APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA-CETESB) NA
SUB-BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO CERVO, EM ASSIS/SP.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientando: Matheus Pinheiro Martins

Orientadora: Dra. Patrícia Cavani Martins de Mello

Assis/SP

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

MARTINS, Matheus Pinheiro.

Aplicação do Índice de qualidade das águas (IQA-CETESB) na bacia hidrográfica do Ribeirão do Cervo de Assis / Matheus Pinheiro Martins. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2023
40p

1. Água. 2. Qualidade da água. 3. IQA

CDD:
Biblioteca da FEMA

APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA-CETESB) NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO CERVO, ASSIS/SP

MATHEUS PINHEIRO MARTINS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: _____ Dra. Patrícia Cavani Martins de Mello

Examinador: _____ Me. Elaine Amorim Soares

Assis/SP

2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares que, com muita compreensão, me acompanharam nessa trajetória e a minha namorada Letícia pela paciência depositada sobre mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por ter guiado o meu caminho em meio à algumas adversidades durante a graduação. À professora Patrícia Cavani, pela dedicação e orientação para a conclusão deste trabalho. Aos colegas do CEPECI, Rafaella Lima, Daniel Sena e Jorge Danilo que fizeram os meus dias mais leves. Ao meu grande amigo e mentor Sergio Cortez, meu conselheiro e exímio profissional Aleicho Sachete e Elaine Amorim por todos os ensinamentos durante o meu estágio.

Agradeço à minha namorada por cada palavra de motivação e por toda ajuda desempenhada nessa caminhada.

Aos meus amigos da vida, Caio e Rafael, que me motivaram a persistir. Aos meus familiares que não mediram esforços para realizar uma importante etapa em minha vida. Obrigado a todos que direta ou indiretamente colaboraram com as minhas conquistas e realizações.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.”

Leonardo Da Vinci

RESUMO

A água, um recurso mineral vital, tem diversas aplicações, como abastecimento humano, recreação, irrigação e geração de energia. Cada uso demanda água com qualidade adequada e condições específicas. A qualidade da água tem sido impactada por atividades humanas em várias escalas nas últimas décadas, refletindo as condições da bacia hidrográfica. Compreender as características da qualidade da água é essencial para avaliar o ecossistema e detectar influências da ação humana. O Índice de Qualidade da Água (IQA) é uma ferramenta que utiliza nove parâmetros físicos, químicos e biológicos para avaliar a qualidade da água, indicando impurezas quando excedem os limites estabelecidos para usos específicos. Neste estudo, realizou-se quatro campanhas de coleta, a fim de caracterizar esses parâmetros em três pontos de captação na sub-bacia hidrográfica Ribeirão do Cervo, incluindo análises de pH, nitrogênio total, nitrato, nitrito, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos totais e temperatura. Os resultados foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe II. As análises revelaram alterações nas concentrações de DBO e coliformes termotolerantes, sugerindo a presença de lançamento de esgoto na área estudada. Os valores de pH, nitrato, nitrito e nitrogênio total estavam em conformidade com as regulamentações. Os índices médios de IQAs encontrados foram: Água da Porca com 58,25 IQA; Água do Barro Preto com 59,75 IQA e Ribeirão do Cervo com 59 IQA.

Palavras-chave: Qualidade da Água; IQA; Ribeirão do Cervo.

ABSTRACT

Water, a vital mineral resource, serves various purposes, such as human consumption, recreation, irrigation, and energy generation. Each use requires water of appropriate quality and specific conditions. The quality of water has been affected by human activities on various scales in recent decades, reflecting the conditions of the watershed. Understanding the characteristics of water quality is essential for assessing the ecosystem and detecting human-induced influences. The Water Quality Index (WQI) is a tool that utilizes nine physical, chemical, and biological parameters to assess water quality, indicating impurities when they exceed the limits established for specific uses. In this study, the characterization of these parameters was carried out at three collection points in the Ribeirão do Cervo watershed, including pH, total nitrogen, nitrate, nitrite, total phosphorus, biochemical oxygen demand, thermotolerant coliforms, dissolved oxygen, turbidity, total solids, and temperature analyses. The results were compared with the standards established by CONAMA Resolution 357/2005 for freshwater of Class II. The analyses revealed changes in the concentrations of BOD and thermotolerant coliforms, suggesting the presence of sewage discharge in the studied area. The pH, nitrate, nitrite, and total nitrogen values were in compliance with regulations.

Keywords: Water Quality, WQI, Ribeirão do Cervo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Localização da área de manancial na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Cervo.....	27
Figura 2	Resultado das análises de pH.....	32
Figura 3	Resultado das análises de DBO.....	33
Figura 4	Resultados das análises de fósforo total.....	34
Figura 5	Resultados das análises de coliformes termotolerantes.....	35
Figura 6	Córrego da Água da Porca.....	37
Figura 7	Resultados das análises de oxigênio dissolvido.....	38
Figura 8	Resultados das análises de sólidos totais dissolvidos.....	39
Figura 9	Resultados das análises de turbidez.....	40
Figura 10	Resultados das análises de nitrito.....	41
Figura 11	Resultados das análises de nitrato.....	41
Figura 12	Resultados das análises de nitrogênio total.....	42
Figura 13	Resultados das análises de temperatura.....	43
Figura 14	Média dos resultados obtidos nas quatro campanhas de coleta.....	44

LISTA DE TABELA

Tabela 1	Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivos pesos.....	20
Tabela 2	Resultados das análises dos parâmetros de IQA realizados de 29/04/2023 a 01/09/2023.....	31
Tabela 3	Tabela CETESB para classificação do IQA.....	44
Tabela 4	Média dos IQA's obtidos nas campanhas de coletas.....	45

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	ÁGUA.....	16
3.	BACIA HIDROGRÁFICA.....	17
3.1	GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	17
4.	POLUIÇÃO.....	19
5.	ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUAS – I.Q.A.....	20
5.1	PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	21
5.1.1	Coliformes Termotolerantes.....	22
5.1.2	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5).....	22
5.1.3	Oxigênio dissolvido.....	22
5.1.4	Resíduo total.....	23
5.1.5	Turbidez.....	23
5.1.6	Temperatura.....	23
5.1.7	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	24
5.1.8	Nitrogênio total.....	24
5.1.9	Fósforo total.....	24
6.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
6.1	EQUIPAMENTOS.....	26
6.2	PONTOS DE COLETA.....	26
6.3	MÉTODO.....	27
6.3.1	pH.....	27
6.3.2	Nitrogênio total.....	28
6.3.3	Nitrogênio Amoniacal.....	28
6.3.4	Nitrato.....	28
6.3.5	Nitrito.....	29
6.3.6	Fosfato total.....	29
6.3.7	Turbidez.....	29
6.3.8	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	29
6.3.9	Coliformes Termotolerantes.....	30

6.3.10	Oxigênio Dissolvido e Temperatura.....	30
7.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
7.1	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE PH.....	31
7.2	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE DBO 5.....	32
7.3	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE FOSFATO TOTAL.....	33
7.4	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	34
7.5	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	37
7.6	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS.....	38
7.7	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ.....	39
7.8	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE NITRATO, NITRITO E NITROGÊNIO TOTAL KJELDAHL.....	40
7.9	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE TEMPERATURA.....	42
8.	CALCULO DO IQA.....	44
9.	CONCLUSÃO.....	46
	REFERÊNCIAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de origem mineral utilizado em diversas áreas, desde o consumo humano, higiene e limpeza, como também em indústrias e no setor agrícola através da irrigação. Cada uso influencia em condições específicas, quantidades utilizadas e a qualidade das águas (PRADO, LOPES e CARVALHO, 2014).

As águas superficiais são os mananciais que, de acordo com a Lei nº 9866/97, são águas interiores subterrâneas, superficiais, fluentes, emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público. A supervisão das águas das nascentes para o abastecimento público é de suma importância, tanto para o controle da qualidade hídrica quanto para a criação de medidas de controle preventivo e corretivo (BOLLMANN, 2003).

Nas últimas décadas podemos observar que o crescente aumento populacional e industrial acarretou consequências em função do despejo de resíduos e dejetos nas águas dos rios, lagos e reservatórios (BARROS, et. al 2012).

A degradação das águas das nascentes resultante da intervenção humana se intensifica dia após dia, tendo como principais causas: áreas de recargas utilizadas em manejo inadequado pela agropecuária; práticas inadequadas de uso da terra, acarretando erosão dos solos; eliminação da vegetação nativa nas áreas de preservação permanente (APP's) e substituição por culturas agrícolas, pastagens ou por construção de casas, com iminente despejo de efluentes domésticos ou distribuição indevida de resíduos sólidos ou domiciliares nas proximidades ou diretamente nos cursos d'água (PINTO, ROMA e BALIEIRO, 2012).

Em 1970 foi realizado um estudo pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, no qual resultou na criação de um Índice de Qualidade das Águas, a partir do qual a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) adaptou, em 1975, e desenvolveu o IQA-CETESB, um índice composto por nove parâmetros, sendo eles: nitrogênio total, fósforo total, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, resíduo seco total, turbidez, pH e coliformes termotolerantes, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a

conformação global da qualidade da água. Este índice tem como objetivo avaliar a qualidade das águas, tendo como fundamentação principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas (CETESB, 2012).

Nesta pesquisa foi realizada a caracterização de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos no ponto de captação da área de manancial da sub-bacia hidrográfica Ribeirão do Cervo, com o objetivo de calcular o Índice de Qualidade das Águas – IQA CETESB.

2. ÁGUA

Cobrando cerca de 70% de todo o globo terrestre, a água é um dos elementos essenciais na manutenção de toda espécie viva no Planeta. Isso se dá pelo fato de que, sem sua ação direta ou indireta, nenhum processo metabólico ocorre. Desse modo, garantir a qualidade e quantidade apropriadas para a sua utilização em larga escala se torna primordial (ESTEVES, 1998; BRAGA et al., 2002; REBOUÇAS, 2002).

A utilização da água não se limita a apenas suprir as necessidades cotidianas de alimentação, funcionamento adequado do corpo e higiene. Ela abrange principalmente aos propósitos socioeconômicos (TOMASONI; PINTO; SILVA, 2009).

De acordo com o Fundo de Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), a agricultura é o setor que mais consome água, chegando a quase 70% do total utilizado. No Brasil, essa proporção chega a 72%. A principal maneira de usar essa água é na irrigação de culturas, o que representa 40% de toda a produção agrícola. O benefício significativo da irrigação na agricultura reside em aumentar as produtividades e, principalmente, assegurar uma produção estável (LEAL, 2023).

Além disso, por se tratar de um componente essencial para manter a vida em seus múltiplos âmbitos, bem como para manter os sistemas ambientais, a água pode ser considerada como um serviço ambiental (TOMASONI; PINTO; SILVA, 2009).

Segundo Tundisi (2003), o desenvolvimento econômico é dependente dos recursos hídricos, uma vez que as diversas aplicações da água estão diretamente ligadas com a economia regional, nacional e internacional. Algumas das principais finalidades de uso são: irrigação, uso doméstico, industrial e a geração de energia elétrica. É perceptível um grande avanço destas utilidades, a nível global, sendo que a demanda por água necessária para a manutenção de cada aplicabilidade cresce à medida que as atividades econômicas se diversificam e a renda per capita aumenta. Simultaneamente, houve uma maior pressão sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, acarretando impactos negativos qualitativos e quantitativos, para ambos.

3. BACIA HIDROGRÁFICA

De acordo com Barrella (2001), bacia hidrográfica é definida como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente, formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. À medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios. Esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano. As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. Para definir sua área, os autores utilizam-se de diferentes unidades de medida. Para Faustino (1996), as sub-bacias possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km². Para Santana (2004), bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia.

3.1 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A Política Nacional dos Recursos Hídricos, estabelecida na Lei Federal nº. 9.433 de 1997, é a principal ferramenta para aplicação do programa de gestão das águas no país. Pautada na descentralização e na gestão compartilhada, a política tem como principal objetivo os usos múltiplos da água sendo as decisões políticas referentes aos recursos hídricos tomadas em nível de bacia hidrográfica (FERREIRA; PORTO, 2012).

A gestão compartilhada, em meio à desvinculação das esferas políticas através da criação dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH), responsável pela gestão e concepção de políticas referentes às mesmas, definida como unidade de gestão, facilitou a participação e atuação do usuário nas decisões locais a respeito do recurso. A atuação dos CBH's no processo decisório das ações políticas sobre a qualidade, quantidade e a cobrança pelo uso, ferramentas inerentes à gestão da água, proporcionam a preservação

e conservação das fontes de abastecimento urbanas e rurais. Permitem ainda, a conservação do ambiente aquático, de suas espécies e a manutenção das características químicas, físicas e biológicas inerentes aos mananciais (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

A UGRHI-17 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema) engloba uma extensão territorial de 16.749 Km², captando 47 municípios e reunindo os afluentes situados do lado direito da parte média do rio Paranapanema. Dentre os principais cursos d'água que fazem parte da UGRHI-17, destacam-se o Rio Pardo, o Rio Turvo, o Rio Capivara, o Rio Novo e o Rio Pari (CBH-MP, 2023).

O município de Assis faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema, e está inserido na área de atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (CBH-MP, 2023).

Cada um dos cursos d'água localizados dentro do território municipal tem suas origens dentro dos limites desse município. Esses incluem o Ribeirão da Fortuna, o Ribeirão do Cervo, o Ribeirão das Antas, o Ribeirão Capivara, o Ribeirão São Bartolomeu e o Ribeirão Piratininga (SOARES; PIROLI, 2023).

De maneira geral, toda ação dos CBH's visa criar mecanismos que possibilitem a democratização das decisões locais sobre o tipo de uso que será dado a água, além de garantir recursos para obras e reparos inerentes à conservação da estabilidade ambiental das fontes do recurso hídrico (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

4. POLUIÇÃO

A poluição da água refere-se a qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas das águas que cause danos à saúde, à segurança e à qualidade de vida das pessoas. Além disso, essa poluição pode afetar negativamente a vida selvagem e impactar a utilização das águas para atividades comerciais, recreativas, industriais e a produção de energia (ARAÚJO, 2014, p15).

Algumas atividades do homem sejam elas comerciais, domésticas ou industriais, alteraram a qualidade da água em escalas distintas durante as últimas décadas. Diversos poluentes são gerados por cada uma dessas atividades, aos quais ocasionam degradação ambiental e desencadeiam implicações na qualidade do corpo receptor (PEREIRA, 2003).

O comportamento da qualidade da água reflete as condições ambientais da bacia hidrográfica. Sendo assim, conhecer as características de qualidade da água amplia o conhecimento ecológico do ecossistema e possibilita detectar alterações provenientes da atividade humana (MERBA, 2020).

5. ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUAS – I.Q.A.

A avaliação das mudanças ocorridas nos cursos hídricos pode ser realizada por diversas metodologias, das quais se destacam as medidas de bioindicação e os procedimentos utilizados na determinação de índices de qualidade da água (IQAs), tendo como base características físico-químicas e microbiológicas (CETESB, 2012).

O IQA – Índice de Qualidade das Águas foi concebido pela CETESB após alguns anos de estudos, baseada numa pesquisa de opinião concomitantemente com especialistas em qualidade de água, que indicaram nove variáveis a serem avaliadas.

A tabela abaixo apresenta os nove parâmetros constituintes bem como seus respectivos pesos.

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico – pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO5	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Tabela 1: Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivos pesos.

O cálculo do IQA se dá pelo produtório ponderado dos nove parâmetros através da fórmula abaixo:

$$\text{Eq 1.} \quad \text{IQA} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\text{Eq 2.} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Onde:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA

5.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, representando suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e apresentam impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. Os principais indicadores de qualidade da água são

discorridos a seguir, separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015).

5.1.1 Coliformes Termotolerantes

Dentre o grupo de microrganismos, as bactérias se destacam por realizarem a decomposição da matéria orgânica oriunda da natureza ou de tratamento biológico (RONCON, 2013). As bactérias do grupo coliformes termotolerantes são indicadores de poluição por esgotos domésticos e ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente. Apesar de não serem patogênicas, quando atingem uma quantidade numerosa, é um indício de existência de microrganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças como febre tifoide, cólera e desintéria bacilar (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017).

5.1.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5) representa a quantidade de oxigênio necessária para a estabilização da matéria orgânica pela decomposição microbiana aeróbia para a forma inorgânica estável (CETESB, 2008).

Tal demanda pode ser grande o suficiente para que todo o oxigênio dissolvido na água seja consumido, ocasionando a morte de organismos aeróbios de respiração subaquática. A ausência de oxigênio é um dos principais fatores relacionados à morte de peixes em rios poluídos (VON SPERLING, 1996).

5.1.3 Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido se faz essencial nos organismos aquáticos aeróbios. Sob circunstâncias normais, em águas correntes, o valor de oxigênio é elevado, variando no decorrer do rio, de acordo com suas condições ambientais. Águas poluídas possuem uma

baixa concentração de oxigênio dissolvido, uma vez que há uma grande quantidade de matéria orgânica no curso d'água (SILVA et al., 2006).

5.1.4 Resíduo total

Os resíduos secos totais são a parte da matéria que permanece como resíduo, após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra. Sólidos em suspensão em altas concentrações afetam organismos bentônicos, reduzem a passagem de luz solar e desequilibram as cadeias tróficas, causando danos à vida aquática, pois podem se sedimentar no leito dos rios, destruindo organismos que fornecem alimentos. Os sólidos têm a capacidade de reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, provocando decomposição anaeróbia (MELLO, 2010; SILVA et al., 2006).

5.1.5 Turbidez

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão. A sua principal fonte é a erosão dos solos, quando na época das chuvas, as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido. O lançamento de esgotos e de efluentes industriais também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas (MELLO, 2010; ANA, 2012).

5.1.6 Temperatura

A temperatura possui duas origens quando relacionada como parâmetro de caracterização das águas. A primeira é a origem natural, e está relacionada à transferência de calor por radiação, condução e convecção entre a atmosfera e o solo, enquanto a origem antropogênica está relacionada com águas de torres de resfriamento e despejos industriais (ALVES, 2008). Sua importância como parâmetro de qualidade da água é que as elevações de temperatura aumentam as taxas das reações químicas e

biológicas, diminuem a solubilidade dos gases e aumentam a taxa de transferência dos mesmos, o que pode gerar mau cheiro no caso da liberação de gases com odores desagradáveis (VON SPERLING, 2005).

5.1.7 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é um dos indicativos mais importantes de monitoramento de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos. A acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações, enquanto o excesso de solubilização de sais também pode tornar a água imprópria para consumo devido à elevada dureza (BAIRD, 2011). O pH pode ser influenciado pela temperatura e por sais minerais, valores de pH afastados da neutralidade podem afetar organismos aquáticos, assim como valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas (FUZINATTO, 2009).

5.1.8 Nitrogênio total

O nitrogênio é um constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos. As fontes de contaminação desse composto em corpos d'água são de origem natural ou antropogênica, sendo a última a mais importante, pois é constituída por despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes (VON SPERLING, 2005).

Em um corpo d'água a determinação da forma nitrogenada predominante pode fornecer informações a respeito do estágio de poluição. Em poluições consideradas recentes, a forma nitrogenada predominante encontrada está na forma orgânica ou de amônia, enquanto em poluições consideradas mais remotas a forma nitrogenada predominante está associada à forma de nitrato (FUZINATTO, 2009).

5.1.9 Fósforo total

O fósforo é um nutriente essencial para todas as formas de vida. Ele aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. Os detergentes

constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (IAP, 2005).

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1. EQUIPAMENTOS

- Aparelho para medição de turbidez da água (HACH, 2100N);
- Aparelho pHmetro (Tecnopon, mPA 210);
- Fluxo laminar (TROX TECHNIK);
- Espectrofotômetro UV-VIS (NI 1600UV, 190-1100nm);
- Banho-maria a 44,5°C (QUIMIS – Q – 3042105);
- Estufa Microbiológica (NOVA ÉTICA 440/1D);
- Autoclave (CEIME - PHOENIX);
- Sonda multiparâmetro (YSI-PRO DSS);
- Sistema para medição respirométrica de DBO (OXITOP-6).

6.2. PONTOS DE COLETA

A área de coleta se deu na área de manancial da bacia hidrográfica do Ribeirão do Cervo, sendo os canais fluviais estudados: o canal principal do Ribeirão do Cervo e seus contribuintes: córrego da Água da Porca e córrego Água do Barro Preto. O Ribeirão do Cervo é afluente do Rio Capivara que por vez é afluente do Rio Paranapanema. A área de estudo está situada na região sudoeste do Estado de São Paulo, totalmente inserida no município de Assis (Figura 1), este por sua vez pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO PARANAPANEMA, 1999).

As operações de coleta foram realizadas com equipamentos específicos, seguindo o que é preconizado no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos, da Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2011).

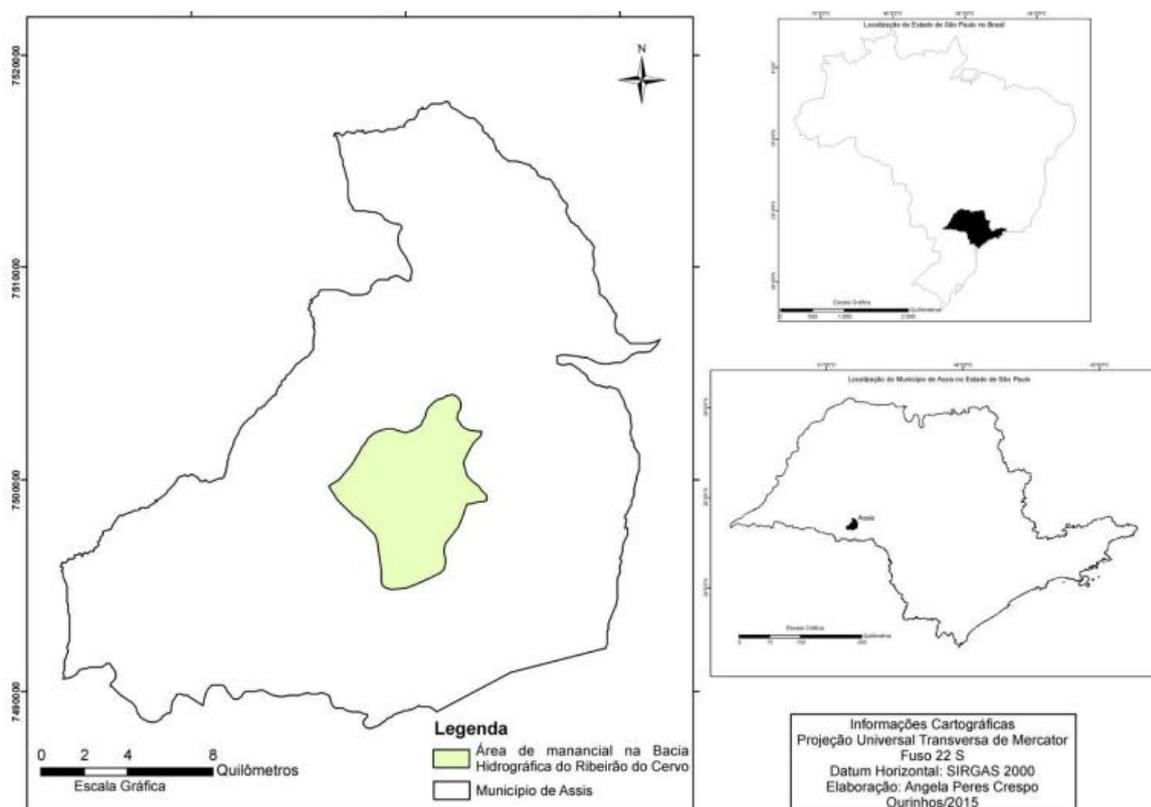


Figura 1: Localização da área de manancial na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Cervo (In: LOPES, 2016, p.20).

6.3. MÉTODO

As análises foram realizadas no Centro de Pesquisa em Ciências (CEPECI) localizado na Fundação Educacional do Município de Assis.

6.3.1. pH

O pHmetro foi calibrado com os tampões de pH 4,0 e pH 7,0. Em seguida, lavou-se o eletrodo e inserido na amostra contida dentro de um béquer. Através da leitura do pH pelo eletrodo, pôde-se obter o resultado.

6.3.2. Nitrogênio total

Transferiu-se 100mL de amostra preservada para um erlenmeyer de 250mL, em seguida adicionou 10mL da solução digestora para NKT, levando a chapa de aquecimento até a produção de fumos brancos. Após o resfriamento, transferiu-se para um balão de 100mL, de onde, posteriormente foi retirada uma alíquota de 10mL para um outro balão volumétrico de 100mL. Adicionou-se 40mL de água destilada e 2 gotas de tartarato de sódio e potássio. Em seguida, foi adicionado 1mL de solução de NaOH+NaCl, 3mL de fenato, 1mL de hipoclorito de sódio 20%, 0,5mL de nitroprussiato de sódio, e completou-se o volume para 100mL com água destilada, homogeneizando por três vezes. O teor de nitrogênio total das amostras foi determinado espectrofotometricamente através da correlação com soluções padrão de nitrogênio total com comprimento de onda 660nm.

6.3.3. Nitrogênio Amoniacal

Foram adicionados em um balão volumétrico de 100 mL, 50 mL de amostra. Em seguida, adicionou-se 3 gotas de tartarato de sódio e potássio, 1 mL de NaOH 6 M, 3 mL de fenato, 1 mL de hipoclorito de sódio 20% e 0,5 mL de nitroprussioato sódio e completou-se o volume para 100 mL com água destilada. Após 45 minutos, determinou-se o teor de nitrogênio amoniacal das amostras de água espectrofotometricamente através da correlação com soluções padrão de amônia no comprimento de onda de 660 nm.

6.3.4. Nitrato

Transferiu-se 50 mL de amostra para um erlenmeyer de 250 mL e em seguida levou-se até a chapa para a redução de volume, até a produção de fumos brancos. Retirou-se da chapa e após o resfriamento foi adicionado 10 mL de água destilada ao erlenmeyer, 2 mL de ácido fenoldissulfônico e 7,5 mL de KOH 12 M. A mistura foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, posteriormente avolumado. Após o repouso de 10 minutos, leu-se a absorbância no espectrofotômetro e com isso, foi possível determinar o teor de nitrato, com correlação com sua solução padrão, no comprimento de onda de 410 nm.

6.3.5. Nitrito

Em um tubo de ensaio grande foi adicionado 50 mL de amostra e 1 mL de solução sulfanilamida. Agitou-se a amostra e aguardou-se por 5 minutos. Após o repouso foi adicionado uma ponta de espátula de cloridrato de alfa naftilamina e agitou-se novamente. Aguardou-se 10 minutos para a posterior leitura da absorvância no espectrofotômetro, em 423 nm.

6.3.6. Fosfato total

Foi retirado 25mL da base de NKT/PT para um balão volumétrico de 50mL. Foram acrescentadas 2 gotas de fenolftaleína 0,1% alcoólica, solução de NaOH+NaCl até o conteúdo ficar com uma coloração rosae depois solução de ácidos até voltar a ficar incolor. Adicionou-se 5mL de reagente combinado e completou-se o volume para 50mL com água destilada. Após o repouso de 10 minutos, fez-se a leitura da respectiva absorvância no espectrofotômetro, no comprimento de onda de 660 nm.

6.3.7. Turbidez

O turbidímetro foi calibrado com seus 5 respectivos padrões: 0uT; 20uT; 200uT; 1000uT e 4000uT. Após a calibração, a amostra foi transferida para uma cubeta de 30 mL e inserida no turbidímetro digital para a medição.

6.3.8. Demanda Bioquímica de Oxigênio

A amostra foi colocada em um béquer, ajustando seu pH entre 6,8 e 7,2 utilizando NaOH para pH menor que 7 e HCl para pH maior que 7. Adicionou-se 20 gotas do inibidor N-aliltiouréia 0,5% por litro e o bastão magnético. Foi inserido NaOH em pastilhas no

suporte que posteriormente foi tampado com o Oxitop, que logo em seguida foi zerado. A amostra foi armazenada na incubadora por 5 dias a 20°C, na ausência de luz.

6.3.9 Coliformes Termotolerantes

A determinação do número mais provável de coliformes termotolerantes foi realizada pela técnica de tubos múltiplos.

Pesou-se o meio desidratado na quantidade especificada no frasco, para sua respectiva quantidade de água destilada. Agitou até a completa dissolução. Transferiu-se para seus respectivos tubos de ensaio com tubos de Durham invertidos 10 ml. Esterilizou em autoclave a 121°C durante 15 minutos.

Em 15 tubos de ensaio de caldo lauril duplo transferiu-se 10 ml de amostra e em 10 tubos de ensaio de caldo lauril simples transferiu-se 1 mL de amostra em cada tubo, numerados com a diluição denominada com 1, -1 e -2. Em seguida, os tubos foram para a estufa à 37°C durante 48 horas.

Os tubos positivos, identificados por sua turvação e com formação de gás, foram transferidos para caldo EC e incubados à 44,5°C/24 horas em banho-maria. Após esse tempo, os tubos positivos que produziram gás foram quantificados em utilizando uma tabela de Número Mais Provável com limite de 95% de confiança.

6.3.10. Oxigênio Dissolvido e Temperatura

As medições de oxigênio dissolvido e temperatura foram feitas in loco, utilizando o analisador (sonda) multiparâmetro.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos nas coletas realizadas de vinte e nove de abril de 2023 a primeiro de setembro de 2023.

	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	pH	DBO5 (mg/L)	O.D (mg/L)	NKT (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Sólidos Totais (mg/L)
Padrão	1000	6,0 – 9,0	5	≥5,00	2,18	10	1,0	0,05	25	100	500
29/04/2023											
Porca	1400	7,55	6,6	5,01	0,07	0,01	0,04	0,03	25,07	1,55	44
Barro Preto	1600	7,15	5,3	4,63	0,02	0,03	0,01	0,02	20,03	3,03	35
Cervo	1600	7,04	5,4	4,68	0,02	0,05	0,03	0,03	22,06	7,58	33
02/06/2023											
Porca	1600	6,67	6,2	5,83	0,04	0,01	0,03	0,03	24,5	1,34	75
Barro Preto	900	7,15	5,2	5,1	0,01	0,04	<0,01	0,02	18,2	7,25	100
Cervo	1400	7,61	5,2	5,23	0,05	0,04	0,04	0,06	19,6	8,22	90
04/08/2023											
Porca	1400	7,31	5,5	5,93	0,02	0,07	0,02	0,03	24,5	1,6	40,15
Barro Preto	110	8,16	4,3	3,97	0,09	0,06	0,02	0,19	19,2	3,48	65,1
Cervo	900	7,98	6	4,93	0,04	0,05	0,04	0,02	19,8	6,42	49,4
01/09/2023											
Porca	1400	6,67	6,2	5,08	0,05	0,03	0,02	<0,01	23,8	2,4	90
Barro Preto	220	8,61	5	3,18	0,06	0,1	0	0,01	18,3	6,3	32
Cervo	500	8,66	4,3	4,54	0,04	0,07	0,02	0	19,7	7,99	40

Tabela 2: Resultados das análises dos parâmetros de IQA realizados de 29/04/2023 a 01/09/2023.

7.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE PH

A presença de valores baixos de pH na água de abastecimento pode ter impactos negativos na saúde humana e também levar à corrosão de tubulações e equipamentos. Por outro lado, níveis elevados de pH podem resultar na formação de depósitos minerais

nas tubulações (RENOVATO; SENA; SILVA, 2012). Os resultados obtidos do parâmetro de pH é ilustrado pela figura 2.

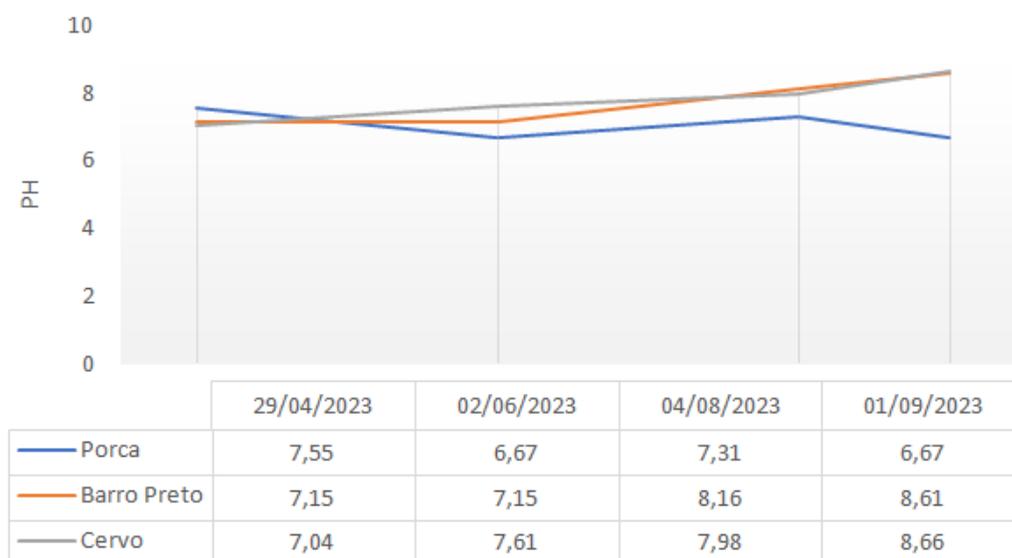


Figura 2: Resultados das análises de pH.

A partir dos dados observados, pode-se concluir que o parâmetro se encontra de acordo com o que é permitido pela resolução CONAMA 357/2005, tendo sua variância de pH entre 6,0 e 9,0.

7.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE DBO 5

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica que pode ser biologicamente degradada, encontrada em fontes naturais de água, esgotos domésticos ou em diversos resíduos industriais. Para determinar a DBO, são analisados os níveis de oxigênio consumidos em uma amostra de água ao longo de um período de incubação de cinco dias, a uma temperatura constante de 20°C. Os limites máximos de DBO são estabelecidos pela regulamentação do CONAMA, variando de 3; 5 e 10 mg/L para as classes de água 1, 2, 3, respectivamente (PIVELE, 2013).

Os resultados obtidos nas análises de DBO estão apresentados na figura 3.

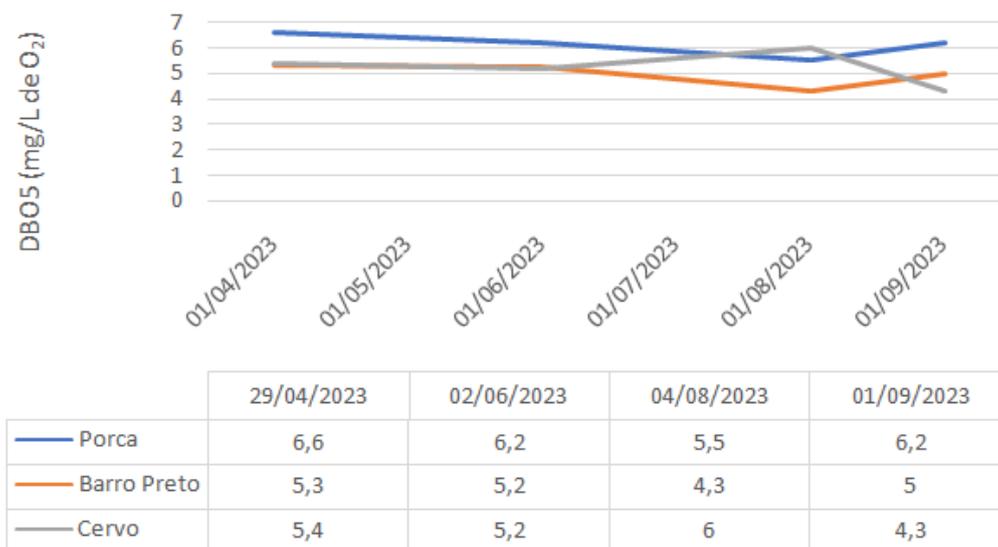


Figura 3: Resultados das análises de DBO.

De acordo com a resolução do CONAMA, os valores da demanda bioquímica de oxigênio não deverão ultrapassar o limite de 5 mg/L para águas de classe 2.

É possível observar, na Água da Porca, valores fora do padrão estabelecido em todas as coletas realizadas. Esse corpo hídrico recebe uma maior descarga de esgotos domésticos e lixiviados de sepultamento. Na nascente do Barro Preto, por se tratar de uma Área de Preservação Permanente, houve variações nos meses de abril e junho, uma vez que a temperatura do ar influencia na taxa de degradação de matéria orgânica por organismos decompositores, diminuindo, de forma acelerada, a quantidade de oxigênio dissolvido e resultando em uma maior demanda bioquímica de oxigênio (ROSO; OLIVEIRA; PANNEBECKER, 2020), porém em agosto e setembro sua DBO se encontrava dentro do limite. No Cervo, o único período de acordo com o padrão foi em setembro, onde a demanda bioquímica de oxigênio atingiu um valor de 4,3 mg/L.

7.3 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE FOSFATO TOTAL

O fósforo é um elemento amplamente distribuído na natureza e desempenha um papel significativo em processos biológicos. Ele não é encontrado de forma isolada, sendo comumente presente na forma de fosfatos, que compõem aproximadamente 0,10% da

crosta terrestre. O fósforo é considerado um poluente expressivo em corpos de água, particularmente em águas superficiais. Ele desempenha um papel central na eutrofização, que é o enriquecimento excessivo da água. Os nutrientes estimulam o crescimento de algas e plantas, e prejudicam a qualidade da água ao consumir oxigênio, causando a morte de peixes (KLEIN; AGNE, 2012, p. 1713).

O resultado da figura 4 é referente ao parâmetro de fosfato total.

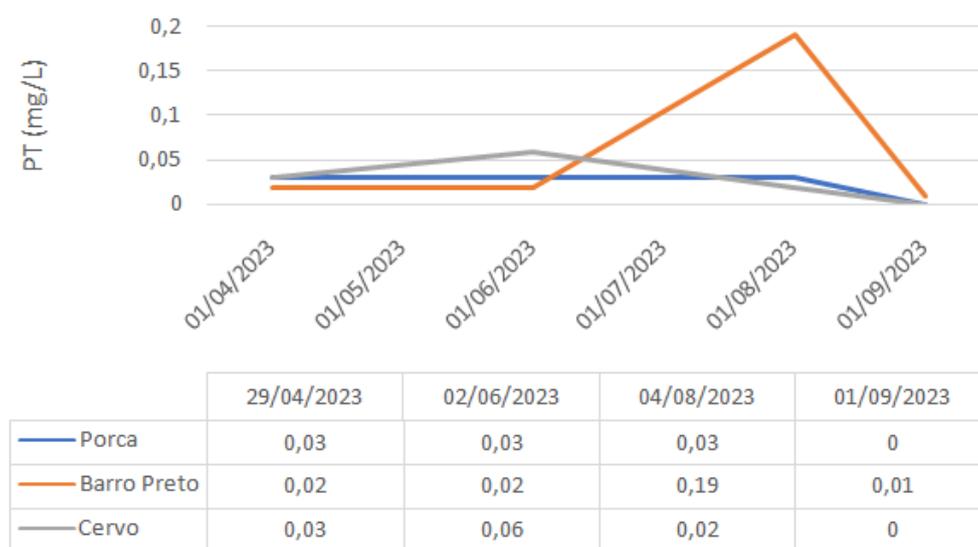


Figura 4: Resultados das análises de fosfato total.

De acordo com a Resolução do CONAMA, os valores máximos permitidos do parâmetro de fosfato total não deverão ultrapassar o limite de 0,05 mg/L. O resultado obtido mostrou-se ligeiramente superior no manancial do Cervo, no mês de junho, atingindo 0,06 mg/L, indicando uma leve contaminação por defensivos agrícolas, detergentes ou tensoativos. Já no mês de agosto, a nascente do Barro Preto apresentou um valor de 0,19 mg/L, sendo muito excedente em relação aos meses de abril, junho e setembro, evidenciando uma possível contaminação durante a análise laboratorial.

7.4 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Coliformes fecais, também conhecidos como coliformes termotolerantes, são microrganismos que normalmente habitam o intestino de seres humanos e animais. Essas

bactérias são do tipo gram-negativas e têm a capacidade de fermentar a lactose, produzindo gás a uma temperatura de 44°C em um período de 24 horas. Para que a água seja considerada segura para consumo, é fundamental que esta esteja livre de microrganismos patogênicos e de bactérias que indiquem contaminação fecal. Os coliformes são, em grande parte, detectados devido à ingestão de água contaminada, muitas vezes proveniente de esgotos (RATTI, et al., 2011, p.2).

Na figura 5 são apresentados os resultados referentes ao parâmetro de coliformes termotolerantes

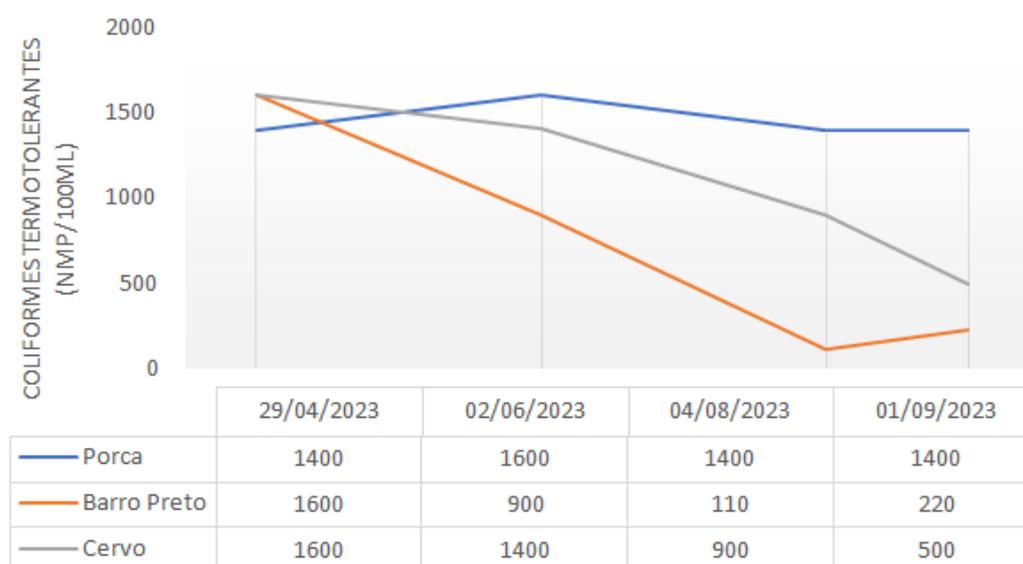


Figura 5: Resultados das análises de coliformes termotolerantes.

O NMP de coliformes termotolerantes na Água da Porca ultrapassou, em todos os períodos de coleta, o valor estipulado pela resolução CONAMA 357/2005, uma vez que não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, sendo um fator preocupante na contaminação desse manancial. As possíveis causas deste aumento podem estar relacionadas à atividade humana presente no local (Figura 6) onde se observa a presença de resíduos como embalagens plásticas, roupas e dejetos de animais. No Barro Preto, apenas no período do mês de abril o valor foi superior ao limite. Na nascente do Cervo, essa superioridade atingiu os meses de abril e junho. O despejo de esgoto industriais e doméstico, e a presença de animais próximos às margens do rio

pode ser um fator determinante para a presença de coliformes fecais nos pontos de coleta escolhidos neste estudo.

De acordo com Aguiar et al., (2012) que examinou a qualidade da água do Rio Itapecuru na cidade de Codó, localizada no Maranhão, foram identificadas variações nas quantidades de coliformes fecais em três locais distintos do rio. Essas variações foram atribuídas ao significativo despejo descontrolado de efluentes domésticos e industriais, bem como ao acúmulo de resíduos, resultando na contaminação da água e tornando-a inadequada para consumo humano.

Em estudos semelhantes conduzidos por Ribeiro et al., (2009, p.6) 2009, ao realizar análises microbiológicas na água do Rio Belém, localizado na cidade de Curitiba-Pr, foi identificada a presença de coliformes fecais nos locais selecionados. Essa descoberta evidencia que a água não pode ser utilizada com segurança para consumo humano. A origem desse problema pode ser atribuída ao aumento da população urbana e ao processo de industrialização, que resultaram no descarte clandestino de esgotos no rio.

Ao examinar as pesquisas mencionadas, ficou claro que o despejo de esgoto sem tratamento prévio tem um impacto negativo na qualidade da água dos rios, especialmente aqueles que são usados para o abastecimento público.



Figura 6: Córrego da Água da Porca.

7.5 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O lançamento inadequado de esgoto nos corpos d'água resulta em um aumento no consumo de oxigênio dissolvido nesses locais. Isso ocorre devido à ação das bactérias decompositoras, que consomem o oxigênio presente no ambiente aquático para realizar a decomposição da matéria orgânica, causando assim a diminuição do oxigênio disponível no meio líquido (BRAGA et al., 2005). A diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido pode resultar em várias complicações ambientais, como destacado por Sant'Anna Junior (2013). Isso se configura como um dos problemas de poluição mais relevantes em ambientes aquáticos.

Na figura 7 são apresentados os resultados referentes ao parâmetro de oxigênio dissolvido

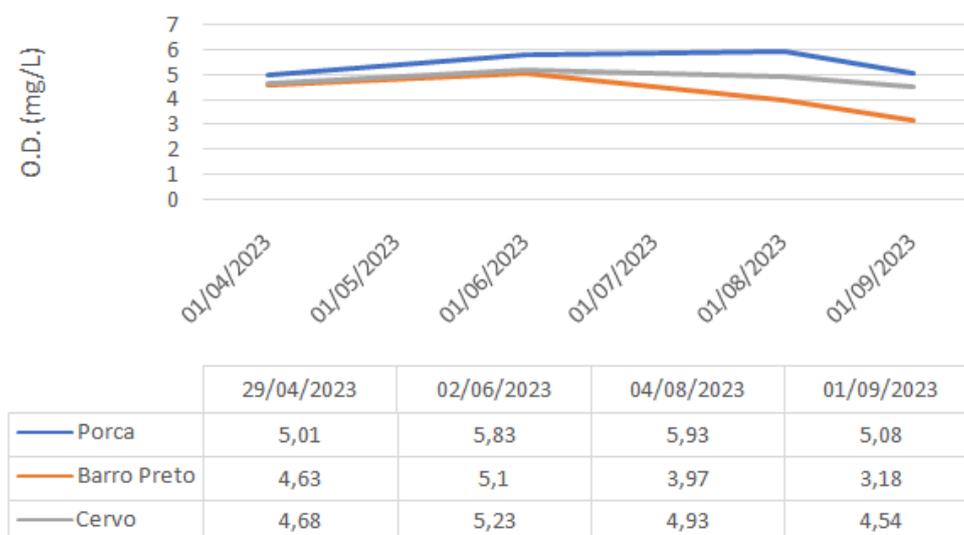


Figura 7: Resultados das análises de oxigênio dissolvido.

Em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05, os níveis aceitáveis de oxigênio dissolvido em qualquer amostra não devem ser inferiores a 5 mg/L. É evidenciado que o manancial da porca atende ao estipulado em todo o período de coleta. No Barro Preto, o fluxo de água era baixo, evidenciando que apenas em junho seu valor de OD foi de acordo. No manancial do Cervo, também apenas no mês de junho o valor medido esteve nas conformidades, uma vez que a concentração de algas era alta, tendo em vista que ao se decomporem, consomem o oxigênio dissolvido na água, reduzindo sua disponibilidade no meio.

7.6 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

A concentração de sólidos totais dissolvidos é a soma de todas as substâncias filtráveis na água que podem ser determinadas gravimetricamente. No entanto, na maioria dos casos, os STD são compostos principalmente por íons (HACH, 2023). Os sólidos dissolvidos em níveis elevados na água potável podem afetar o sabor, tornando-o amargo ou salgado (HACH, 2023). A concentração de sólidos dissolvidos deve ser menor que 500 mg/L em água para abastecimento público, uma vez que em concentrações superiores a 2000 mg/L apresenta efeito laxativo.

A figura 8 apresenta os resultados obtidos no parâmetro de sólidos totais dissolvidos.

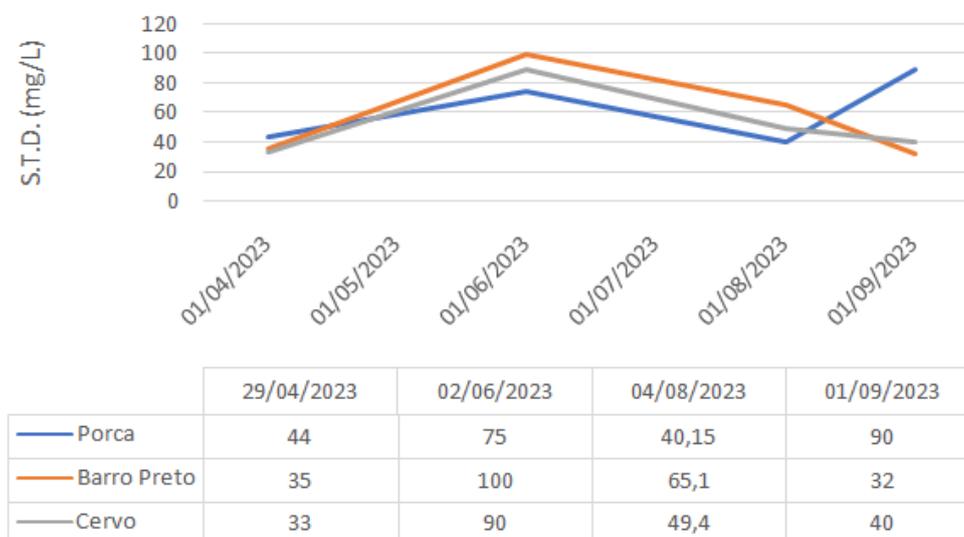


Figura 8: Resultados das análises de sólidos totais dissolvidos.

Todas as três nascentes se encontram dentro do limite estabelecido pela resolução 357/2005 do CONAMA, inferior a 500 mg/L.

7.7 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ

A turbidez é empregada para identificar partículas visíveis a olho nu e em suspensão que afetam a clareza da água (SCURACCHIO, 2010). Essa condição também pode estar associada à existência de microrganismos (FUNASA, 2009). A qualidade da água pode ser aprimorada através de métodos de centrifugação e sedimentação.

A figura 9 apresenta os resultados referentes ao parâmetro de turbidez.

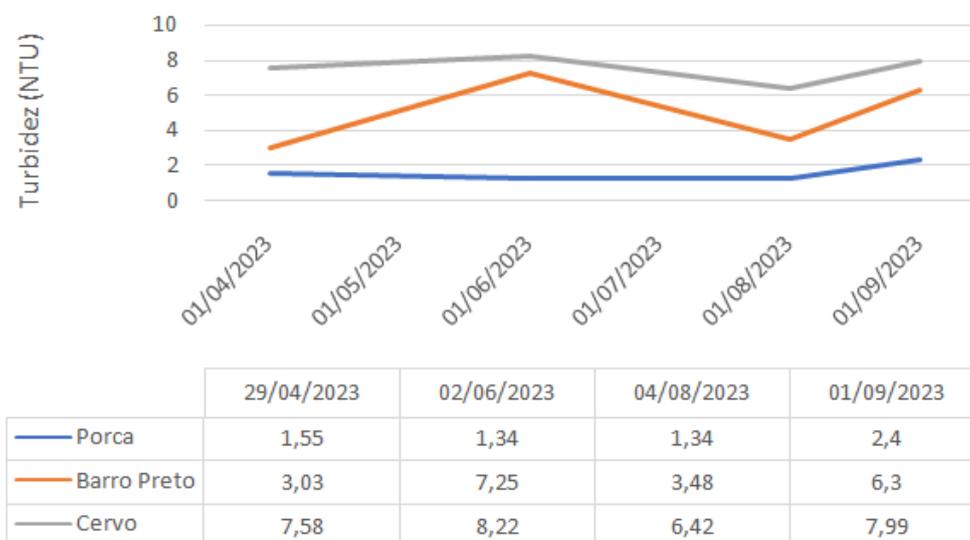


Figura 9: Resultados das análises de turbidez.

Os três mananciais estudados atenderam ao limite de 100 UNT, ressaltando que, no mês de junho, a turbidez do Barro Preto foi elevada quando comparada as coletas na mesma nascente nos meses de abril, agosto e setembro. Isso se dá pela alta concentração de sólidos totais (Figura 8) que impedem a passagem do feixe de luz, assim, turvando a água. O mesmo foi observado, também no mês de junho, na região do manancial do Cervo.

7.8 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE NITRATO, NITRITO E NITROGÊNIO TOTAL KJELDAHL.

O nitrogênio desempenha um papel crucial no desenvolvimento das algas, entretanto, em quantidades excessivas, pode agravar o problema de eutrofização em corpos d'água. As principais formas de nitrogênio encontradas na água incluem N_2 , compostos orgânicos, amônia (NH_3), íon amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). (NETO et al., 2012, p. 398).

Nos rios, as diferentes formas de nitrogênio podem se originar de atividades humanas e animais, como descargas domésticas e industriais, resíduos de animais e fertilizantes. Elas também podem ter origem natural, a partir de compostos biológicos como proteínas e clorofila. O reconhecimento das diversas formas de nitrogênio na água está relacionado

ao consumo de oxigênio dissolvido necessário durante o processo de nitrificação, que envolve a conversão do nitrogênio amoniacal em nitrito e deste em nitrato (PÁDUA, 2010).

As figuras 10, 11 e 12 apresentam os resultados referentes ao parâmetro de nitrito, nitrato e nitrogênio total kjeldahl respectivamente.

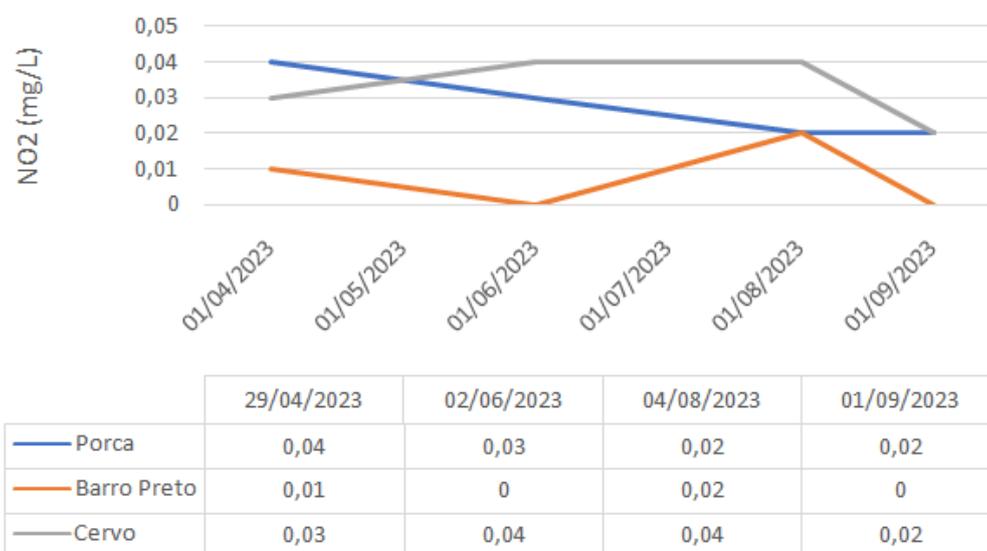


Figura 10: Resultados das análises de nitrito.

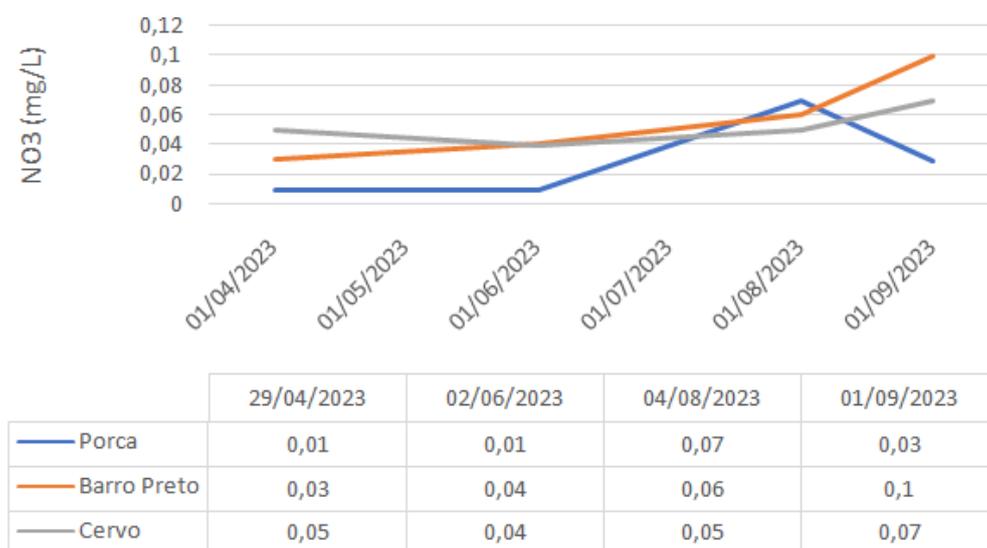


Figura 11: Resultados das análises de nitrato.

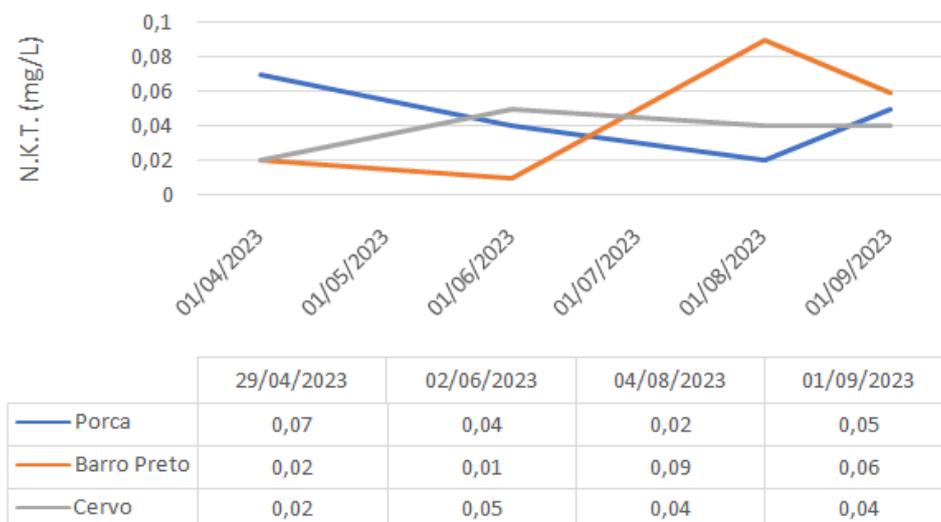


Figura 12: Resultados das análises de nitrogênio total.

De acordo com Rubilar e Ueda (2013, p. 3), a detecção de nitrogênio amoniacal indica a contaminação por esgotos domésticos, enquanto a presença de nitrato sugere uma poluição mais distante, já que o nitrogênio atingiu sua forma final após oxidação. O nitrogênio amoniacal, em sua forma livre, é prejudicial e sua conversão subsequente em nitrito e, finalmente, em nitrato, consome o oxigênio dissolvido, alterando os requisitos bioquímicos do ecossistema aquático.

Nos três objetos de estudo, Água da Porca, Barro Preto e Cervo, não foi constatado poluições por compostos nitrogenados. Logo, estão dentro do preconizado pelo CONAMA.

7.9 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE TEMPERATURA

A temperatura é uma característica física das águas, sendo uma medida de intensidade de calor ou energia térmica em transito, pois indica o grau de agitação das moléculas (PADUA, 2023).

A figura 13 apresenta os resultados referentes ao parâmetro de temperatura.

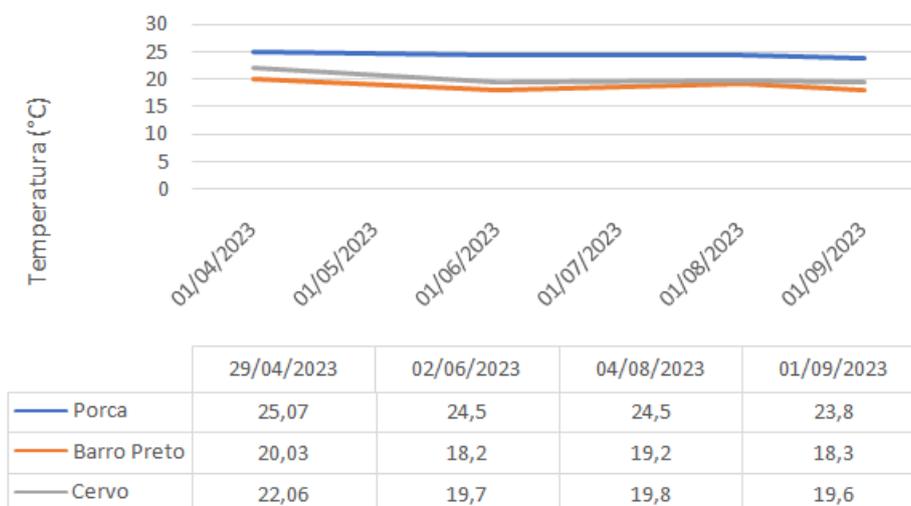


Figura 13: Resultados das análises de temperatura.

Foi possível observar que o ponto do Barro Preto obteve as menores médias durante o período avaliado, o que reflete as condições de sombreamento de mata ciliar no entorno de sua nascente. No período de chuva, no mês de abril, observou-se um aumento na temperatura das três nascentes em relação aos meses subsequentes.

8. CÁLCULO DO IQA

Os resultados dos parâmetros foram empregados no cálculo do IQA e classificados de acordo com as diretrizes da CETESB, conforme apresentado na Tabela 3.

Nível de Qualidade – CETESB	
Ótimo	$80 \leq \text{IQA} \leq 100$
Bom	$52 \leq \text{IQA} < 80$
Aceitável	$37 \leq \text{IQA} < 52$
Ruim	$20 \leq \text{IQA} < 37$
Péssimo	$0 \leq \text{IQA} < 20$

Tabela 3: Tabela CETESB para classificação do IQA.

Os resultados calculados dos IQAs obtidos estão dispostos na figura 14 e na tabela 4 a seguir.

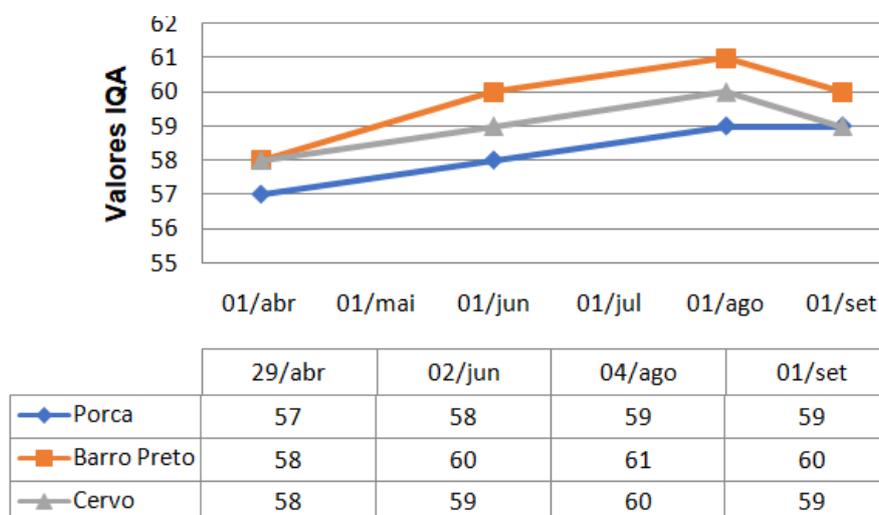


Figura 14: Média dos resultados obtidos nas quatro campanhas de coleta.

A reduzida vazão de água nas nascentes do Barro Preto e Cervo tiveram um impacto direto na concentração de oxigênio dissolvido na água, o que, por sua vez, afetou o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), uma vez que o oxigênio dissolvido é o parâmetro de maior peso no cálculo do IQA.

Observou-se, que o índice de qualidade da Água da Porca se encontra baixo em relação aos demais. Isso se deve aos altos poluentes provenientes de matéria orgânica, desde esgotos até ações antrópicas. Apesar do seu índice baixo, ela ainda atende aos padrões delimitados pelo CONAMA.

Ponto	Média	Classificação IQA
Porca	58,25	BOA
Barro Preto	59,75	BOA
Cervo	59	BOA

Tabela 4: Média dos IQA's obtidos nas campanhas de coleta.

Os resultados finais das campanhas de coletas mantiveram-se na faixa de 50 na escala de IQA, sendo assim, classificados como bons de acordo com a CETESB.

Pôde-se observar que no córrego da Água da Porca há uma recorrente preocupação com relação ao uso antrópico, uma vez que vários lixos foram encontrados no local, como roupas, resto de alimento, excremento, parte de imóveis, fatos que ocasionaram seu menor valor ante os outros pontos.

É de suma importância ressaltar que o fluxo de água estava baixo nos pontos do Barro Preto e Cervo, corroborando para um valor abaixo do esperado, visto que o Barro Preto se encontra dentro de uma área de preservação permanente (APP). Tal fato favorece na diminuição do índice do IQA, já que o parâmetro com maior peso no cálculo é o oxigênio dissolvido.

9. CONCLUSÃO

As amostras foram coletadas em um total de quatro períodos, onde cada nascente pertence à sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Cervo. Os valores deliberados dos IQA's para as nascentes foram bons, de acordo com a CETESB, com poucas variações entre os três pontos. Através dos resultados provenientes das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de água das três nascentes, conduzidas nos meses de abril, junho, agosto e setembro de 2023, identificou-se que os valores de pH, nitrato, nitrito e nitrogênio total estavam em conformidade com os padrões estabelecidos pela regulamentação do CONAMA. A presença de vegetação ciliar desempenhou um papel crucial na manutenção desses parâmetros em níveis adequados.

Foi constatada a presença de coliformes totais excedentes na Água da Porca em todo o período de coleta, no Barro Preto apenas no mês de abril e no manancial do Cervo nos meses de abril e junho, possivelmente devido ao despejo de esgoto e presença de animais próximos. A identificação dessas bactérias na água indica a necessidade de adotar medidas corretivas.

Os valores médios de IQA encontrados em cada ponto de coleta foram: Água da Porca – 58,75; Água do Barro Preto – 59,25 e Ribeirão do Cervo – 59.

É necessária a adoção de medidas que diminuam os impactos causados pela atividade humana, para garantir a preservação das águas da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Cervo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Indicadores de qualidade - Índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indica-aguas.aspx>>. Acesso em: 02, ago. 2023.

AGUIAR, Alexandre Dhyey Montello de; MORAES, Paulo Sérgio da Silva; CANTANHEDE Erika de kássia Pereira, SILVA Janderson Moura. **Análise microbiológica das águas do Rio Itapecuru no perímetro urbano do município de Codó, no Maranhão**. 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3012/1605>>. Acesso em 26, out. 2023.

ANA. **AGENCIA NACIONAL DA ÁGUA**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 08, ago. 2023.

ALVES, Eliane C. et al. **Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**. Acta Scientiarum. Technology, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

ARAÚJO, Ester Luiz de. **Poluição da água**. 2014. Disponível em <http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/CADayse/MaterialDaDisciplina/PoluicaodaAgua_Ester.pdf> Acesso em: 05, nov. 2023.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BARRELLA, W. et al. **As relações entre as matasciliaresosrios e ospeixes**. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BARROS, Jessyca Costa; BARRETO, Francisco Mauricio de Sá; LIMA, Marlon Vieira de. **Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA-CETESB) no açude Gavião para determinação futura do Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP)**. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012. VII CONNEPI. 2012, p. 1-8.

BOLLMANN, H. A. (2003). "Avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas urbanas". In: Andreoli, C. V. (org.). **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba, Companhia de Saneamento do Paraná Sanepar; Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, pp. 267-316.

CBH-MP. **Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – 17 (UGRHI-17)**. Disponível em: <<https://cbhmp.org/ugrhi-17/>> Acesso em: 05 nov. 2023.

CETESB. **Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público**. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/03.pdf?fbclid=IwAR0iDiKO6rUmnvTnRcX8GHpvg64IXYhCzcwbMIE7KK2LZeepj7XI9EqHBHs#:~:text=O%20IAP%20%C3%A9%20o%20produto,bem%20como%20de%20subst%C3%A2ncias%20t%C3%B3xicas>. Acesso em: 25 out. 2022.

CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Índice de Qualidade das Águas**. São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-deQualidade-das-%C3%81guas.pdf> Acesso em: 24 de outubro de 2022.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Variáveis de qualidade das águas**. CETESB. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp> Acesso em 03 de agosto de 2023.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.; BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. et al. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.; REBOUÇAS, A. da C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. DA C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil capitais ecológicas usos e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 269-324.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FERREIRA, Idelvone Mendes; PORTO Klayre Garcia. Gestão das bacias hidrográficas urbanas e a importância dos ambientes ciliares. **Geografia em questão**, v.05, n. 02, p. 43-57.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

HACH. **Sólidos (totais e dissolvidos)**. Disponível em: [https://pt.hach.com/parameters/solids#:~:text=O%20que%20são%20sólidos%20dissolvidos%20totais%20\(TDS\)%3F&text=A%20concentração%20de%20TDS%20é,são%20compostos%20principalmente%20por%20iões](https://pt.hach.com/parameters/solids#:~:text=O%20que%20são%20sólidos%20dissolvidos%20totais%20(TDS)%3F&text=A%20concentração%20de%20TDS%20é,são%20compostos%20principalmente%20por%20iões). Acesso em: 27, out. 2023. IAP. **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas dos rios da região de Curitiba, no período de 1992 a 2005**. Curitiba, 2005. Disponível em: Acesso em 10 ago. 2023.

KLEINS, Claudia; AGNE, Sandra Aparecida Antonini. **Fósforo: de nutriente à poluente**. Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v.8, n.8, set/jan, 2012. p. 1713-1721.

LEAL, Augusto. **O uso da água na agricultura**. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2022/08/23/o-uso-da-agua-na-agricultura-2>>. Acesso em: 31, nov. 2023.

LOPES, Diego Francisco Vilche. **Diagnóstico da qualidade da água em um trecho do Ribeirão do Cervo, município de Assis – SP.**, 2016. 64p. Monografia - Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. Unesp - Universidade Estadual Paulista, Campus de Ourinhos. 2016.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, 688p.

MELLO, Patrícia Cavani Martins. **Parâmetros de qualidade da água**, 2010. Apostila de coleta e conservação de amostras de águas.

MERBA, Ademar. **Monitoramento de qualidade da água em dois trechos de influência – PHC Rio São Marcos**. In: XXVIII ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES E X MOSTRA ACADÊMICA DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 2020, UCS Campus-Sede – Caxias do Sul.

NETO, M. Euba; SILVA, W.O. da; RAMEIRO F.C.; NASCIMENTO, E.S. do; ALVES, A. de S. **Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do balneário Veneza na bacia hidrográfica do Médio Itapecuru, MA**. Arq. Inst. Biol, v.79, n.3, jul/set, 2012, 397-403.

PÁDUA, Hélias de. **Nitrogênio Albuminóide, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total Kjeldahl, Nitrito, Nitrato.** 2010. Disponível em: <<http://www.portalbonito.com.br/colunistas/helcias-de-padua/258/agua-parte-v>>. Acesso em 27 out. 2023.

PADUA, Helcias Bernardo. **TEMPERATURA (água/ar) EM SISTEMAS AQUÁTICOS.** Disponível em: <https://www.abrappesq.com.br/materia2.htm>. Acesso em: 27, out. 2023.

PEREIRA, R. S. **Poluição hídrica: causas e conseqüências.** 2003. Disponível em:<http://www.vetorial.net/~regissp/pol.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2022.

PINTO, L.V.A., ROMA, T.N., BALIEIRO, K.R.C. Avaliação Qualitativa da Água de Nascentes com Diferentes Usos do Solo em seu Entorno. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 495-505, jul./set.2012.

PIVELE, Roque Passos. **Oxigênio dissolvido e matéria orgânica em águas.** 2013. Disponível em: Acesso em 26 out. 2023.

PRADO, J.N., LOPES, J.R., CARVALHO, E.T. Poluição da Água por Óleo Vegetal saturadono Município de Jaciara-MT. **Revista de Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 9, n.9 , p. 31-36,2014.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Qualidade da água.** Portal tratamento de água, 2015. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>. Acesso em: 08 Out. 2021.

RATTI, Bianca Altrão; BRUSTOLIN, Camila Fernanda; SIQUEIRA Thiago André; TORQUATO, Alex Sanches. **Pesquisa de Coliformes Totais e Fecais em amostras de água coletadas no bairro zona sete, na cidade de Maringá-Pr.** In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTIFICA, 10, 2011, Maringá, Brasil. Anais Eletrônicos, outubro, 2011. p.3.

RENOVATO, D. C. C.; SENA, C. P. S.; SILVA M. M. F. Análise de parâmetros físicoquímicos das águas da barragem pública da cidade de Pau dos Ferros (RN) – pH, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade. 2012. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/1119/61>. Acesso em 26 out. 2023.

RONCON, Bruna Mazzante. **Controle de qualidade da água distribuída para consumo em escolas do Município de Cândido Mota**. 2013. 72p. Trabalho de Conclusão de Curso. Química Industrial. Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA). Assis, 2013

ROSO, Mateus; OLIVEIRA, Joice Viviane; PANNEBECKER, Giovana Rodrigues Pannebecker. **Demanda Bioquímica de oxigênio como um parâmetro da poluição do lago da pedra em Ijuí/RS**. In: JORNADA DE PESQUISA, XXV, 2020, salão do conhecimento, Injuí publicações, 2020, p.1-11.

ROVEDA, José Arnaldo F; ARASHIRO, Larissa Terumi; SILVÉRIO, Jéssica Mitizy; ROVEDA, Sandra R M Masalskiene, ROSA, André H. **Índice Fuzzy de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público**. Disponível em: <https://dimap.ufrn.br/~cbsf/pub/anais/2012/10000863.pdf>. Acesso em: 25 out. 2022.

RUBILAR, Cirdelene Sincoski; UEDA, Ana Cláudia. **Análise físico-química de águas do município de Apucarana** – Pr. 2013. Disponível em: < <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/VIII-027.pdf> >. Acesso em 27 out. 2023

SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel de. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. 2006. Universidade Federal do Amazonas/UFAM, Amazonas - AM. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S004459672008000400017&script=sci_arttext> Acesso em: 05, ago. 2023.

SOARES, Cledir Mendes; PIROLI, Edson Luís. **Gestão de Recursos Hídricos e o Plano Diretor Municipal de Assis/SP – Integrações Intergovernamentais**. 2018. Disponível em: < https://eventos.ufpr.br/SPPP/II_SPPP/paper/viewFile/1332/510 > . Acesso em: 05, nov. 2023.

TOMASONI, M.A; PINTO, J.E.S.; SILVA, H.P. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. **GeoTextos**, v. 5, n. 2, p. 107-127, 2009.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos. MultiCiência**, São Carlos, v. 1, p. 1-15, Outubro 2003.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte**: Editora UFMG, 2005.