

903 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IJUÍ

Rafaela Roberta Morelato ⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus/Cerro Largo. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil na área de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (PPGEC/UFSM).

Elvis Carissimi ⁽²⁾

Engenheiro Civil, mestre e doutor em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEM/UFRGS). Docente no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Liziara da Costa Cabrera ⁽³⁾

Química Licenciada, mestre em Oceanografia Física, química e geológica pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de Santa Maria (PPGQ/UFSM). Docente no departamento de química analítica na Universidade Federal da Fronteira Sul – campus/Cerro Largo (UFFS).

Nátalie de Paula ⁽⁴⁾

Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria (PPGEC/UFSM). Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Danilo Prado Pires ⁽⁵⁾

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Piauí. Mestre em Saneamento e Ambiente pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (PPGEC/UFSM).

Endereço ⁽¹⁾: Av. Roraima, nº 1000 - Centro de Tecnologia - Prédio INPE - sala 2061. Cidade Universitária - Bairro Camobi, Santa Maria – RS. CEP: 97105-900 – Brasil - Tel: (55) 98132-0678 - e-mail: rafaelarobertamorelato@hotmail.com

RESUMO

A água é um importante recurso para manutenção da vida humana, neste contexto estudos quanto a qualidade dos corpos hídricos é de grande importância, visto que, os mesmos abastecem grande parte da população. Sendo assim, foram analisados nas amostras de águas superficiais os parâmetros físico-químicos condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), cor aparente (uH), potencial hidrogeniônico (pH), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), turbidez (uT), nitrato (mg L^{-1}) e microbiológico, coliformes termotolerantes (NMP mL^{-1}). Foram escolhidos 12 pontos de coletas, contabilizando 7 cidades. O estudo foi realizado em novembro de 2021, estação primavera e em fevereiro de 2022, estação verão. Referente aos parâmetros físico-químicos, os resultados obtidos nos dois períodos estudados encontravam-se em acordo com a Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA N.º. 357/2005 ou não foram estabelecidos Valores Máximos Permitidos (VMP) pela resolução. Quanto a análise microbiológica, todos os pontos de coletas estavam dentro da resolução CONAMA N.º. 357/2005.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água, Águas Superficiais, Análises físico-químicas e microbiológica.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) é um dos órgãos responsáveis pelo monitoramento de águas superficiais. Em 2017, a rede já possuía mais de 21 mil estações entre pluviométricas e fluviométricas em todo território nacional, monitorando parâmetros como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade elétrica, por meio de sondas multiparamétricas (ANA, 2018).

Ainda, no que se refere a água superficial tem-se a recorrência da contaminação desses corpos hídricos, sendo as principais fontes os esgotamentos domésticos e industriais e agricultura convencional com o uso agrotóxicos (VON SPERLING, 2005).

Para Neves *et al.*, (2015), a presença de contaminantes em um corpo hídrico é avaliada conforme suas características, sendo composta em três grupos de análises: características físicas, químicas e microbiológicas. As características físicas referem-se à presença de sólidos, ao passo que as características microbiológicas tratam-se dos organismos presentes e as características químicas referem-se às substâncias dissolvidas na água. Os parâmetros físicos químicos e os contaminantes orgânicos são importantes indicadores de poluição hídrica, podendo ainda indicar níveis de eutrofização e a qualidade do rio (VON SPERLING, 2005).

OBJETIVO DO TRABALHO

Analisar a qualidade da água da BH do Rio Ijuí, quanto aos parâmetros: pH, condutividade elétrica, cor, turbidez, nitrato e coliformes termotolerantes, em doze pontos de coletas, localizados em sete cidades da região das missões do Rio Grande do Sul, em dois períodos do ano.

METODOLOGIA UTILIZADA

Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, localizada na Região Hidrográfica da Bacia do Rio Uruguai, possui área de 10.766 km² e população estimada de 348.203 habitantes, sendo 276.800 habitantes em áreas urbanas e 71.402 habitantes em áreas rurais. A bacia contempla 36 municípios (SEMA, 2015). No entanto, determinou-se como a área de estudo desta pesquisa, sete municípios, pois, parte das coletas foi realizada pela empresa ELETROSUL a qual era responsável pelo monitoramento de diversas matrizes ambientais para as hidroelétricas localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, no Quadro 4 estão demonstradas as características das cidades e pontos de coleta.

Quadro 1 – Dados dos municípios de estudo

Municípios	Pontos de coleta	População Municipal	Porcentagem de área do município que está inserida na bacia (%)	Classe segundo a CONAMA N°. 357/2005	Uso da água na região dos pontos de coletas
Roque Gonzales	P1 e P2	7.203	93	Classe 1	Irrigação; Criação Animal; Geração de energia; Pesca
Salvador das Missões	P4	2.669	45	Classe 2	Irrigação; Criação Animal; Geração de energia; Pesca
Cerro Largo	P5 e P5.1	13.289	58	Classe 2	Irrigação; Criação Animal; Pesca
Santo Ângelo	P7	76.275	92	Classe 2	Irrigação; Criação Animal; Pesca; Abastecimento Público
Vitória das Missões	P7.1	3.485	100	Classe 2	Irrigação; Criação Animal; Pesca
Catuípe	P6 e P6.1	9.323	71	Classe 1	Irrigação; Criação Animal; Pesca
Coronel Barros	P8 e P8.1	2.459	100	Classe 1	Irrigação; Criação Animal; Pesca

Fonte: Elaborada pela autora conforme, IBGE, (2010); SEMA, (2015); SEMA, (2012).

Pela presença de usinas hidrelétricas na região, os pontos são definidos com diferentes classes ao decorrer da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí. As classes estabelecidas no Quadro 1 são pertinentes aos pontos de coletas definidos no estudo. Na Figura 1 estão demonstrados os pontos de amostragem alocados nos municípios de coleta.

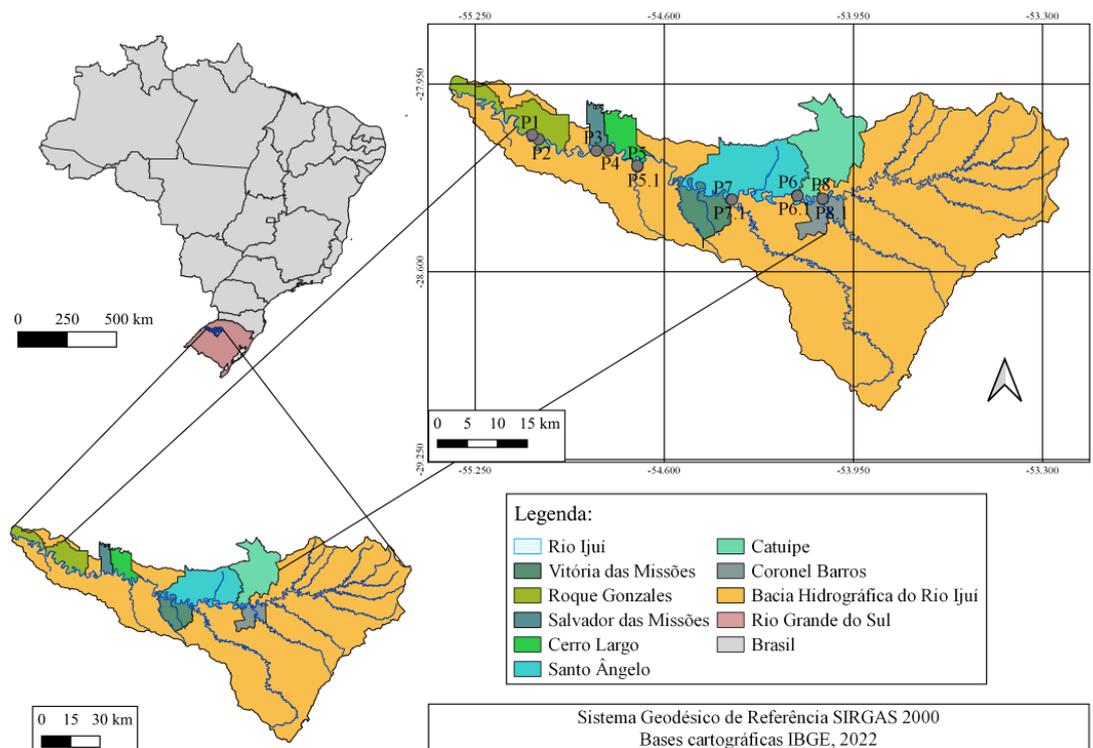


Figura 1 – Mapa dos pontos de amostragem nos sete municípios da Bacia do rio Ijuí.

Coleta e conservação das amostras

A recolha e conservação das amostras foram realizadas de acordo com as recomendações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB, e com a Agência Nacional das Águas (CETESB; ANA, 2011). Para coleta de amostras de água, primeiramente foi ambientalizado o frasco com amostra, ou seja, coletou-se uma alíquota da amostra e agitou-se dentro do frasco e posteriormente descartou-se a mesma e então foram realizadas as coletas. Após, foi realizada a coleta da amostra de 20 a 30 cm de profundidade e, então ocorre o aferimento do frasco âmbar previamente identificado até completar 1L de amostra como demonstrado na Figura 2.

A preservação da amostra até chegar ao laboratório de Águas e Ecotoxicologia da UFFS, é realizada por resfriamento e refrigeração a $4\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, com o propósito de mitigar a ação biológica, a alteração dos compostos químicos, reduções acerca de compostos voláteis, bem como a precipitação de compostos e os possíveis efeitos de adsorção, conforme recomendado pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB; ANA, 2011). Para as análises de coliformes termotolerantes as amostras são acondicionadas em frascos de plástico de 0,1 L.



Figura 2 – Processo de coleta de amostras de água superficial na bacia hidrográfica do rio Ijuí

Métodos utilizados nas análises físico químicas nas amostras de água superficial

Nas amostras de água superficial foram determinados 5 parâmetros físico-químicos, pH, condutividade elétrica, cor, turbidez, nitrato e coliformes termotolerantes. As análises foram realizadas em triplicata, exceto coliformes termotolerantes, condutividade elétrica e pH. A metodologia utilizada para determinação de cada parâmetro está expressa no Quadro 2.

Quadro 2 – Métodos utilizados para determinação dos parâmetros físico-químicos e microbiológico

Parâmetro	Referência Metodológica	Equipamento
Coliformes Termotolerantes (NMP/mL)	CETESB / L5.202, 2018	Método de tubos múltiplos
Condutividade Elétrica (µS/cm)	2510 B APHA, 2005	Condutivímetro de Bancada mCA-150
Cor Aparente	2120 B APHA	Colorímetro
Nitrato (mg/L)	FRIES; GETROST,1997	Método colorimétrico da Brucina
pH	4500 B APHA,2005	pHmetro Hanna, HI 221
Turbidez (uT)	2130 B APHA,2005	Turbidímetro PoliControl AP 2000

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Nas Tabelas 1 e 2 estão demonstrados os resultados obtidos das análises físico – químicas e microbiológicas em águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, nas estações da primavera em 2021 e verão em 2022, respectivamente.

Tabela 1 – Análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de água superficial na estação da primavera em 2021

Pontos de Coleta	pH	Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	CT (NMP mL^{-1})	Turbidez (uT)	Cor (uH)	Nitrato (mg L^{-1})
P1	7,1	12,62	<3,0	10,33	10	0,08
P2	7,07	12,81	<3,0	11	10	0,095
P3	7,42	12,84	<3,0	9	10	0,1
P4	7,22	12,89	<3,0	11,66	8	0,153
P5	7,66	12,94	<3,0	11	8,33	0,127
P5.1	7,23	11,96	<3,0	11,66	9	0,097
P6	7,78	12,51	<3,0	21,66	11	0,101
P6.1	7,13	14,16	<3,0	22,33	11	0,095
P7	7,10	12,97	<3,0	20,33	11	0,118
P7.1	7,13	12,59	<3,0	14,66	10	0,038
P8	7,24	11,83	<3,0	20,66	11	0,068
P8.1	7,09	13,00	<3,0	14,66	10	0,054
Mediana \pm	7,18 \pm	12,82 \pm	<3,0 \pm	13,16 \pm	10 \pm	0,09 \pm
DP	0,24	0,59	0	4,97	0,03	0,03

Fonte: Elaborada pela autora, (2022). Nota: CT: Coliformes termotolerante; DP: Desvio Padrão.

Tabela 2 – Análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de água superficial na estação do verão em 2022

Pontos de Coleta	pH	Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	CT (NMP mL^{-1})	Turbidez (uT)	Cor Aparente (uH)	Nitrato (mg L^{-1})
P1	6,59	13,80	23	2,34	12,83	0,2
P2	6,61	13,64	9,2	3,34	13,56	0,21
P3	6,56	13,58	3,6	2,31	10,6	0,19
P4	6,71	85,2	<3,0	6,93	10	0,035
P5	6,25	83,7	<3,0	6,66	9	0,032
P5.1	6,72	85,4	<3,0	8,46	11	0,008
P6	7,94	14,37	23	16,46	19,4	0,091
P6.1	7,17	15,77	3,6	5,83	33,8	0,086
P7	7,98	15	23	15,03	17,1	0,212
P7.1	6,11	15,01	23	15,73	24,56	0,08
P8	6,53	14,5	240	12,3	18,36	0,079
P8.1	6,66	15,44	15	9,9	20,7	0,05
Mediana \pm	6,64 \pm	15,00 \pm	12,1 \pm	7,70 \pm	15,33 \pm	0,083 \pm
DP	0,60	31,75	66,41	5,13	7,25	0,07

Fonte: Elaborada pela autora, (2022). Nota: CT: Coliformes termotolerante; DP: Desvio Padrão

A seguir estão demonstrados os gráficos dos resultados obtidos para cada parâmetro analisado:

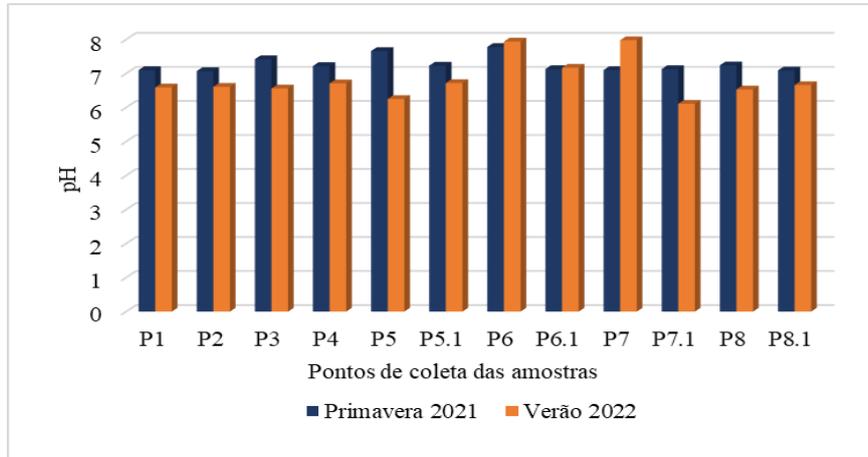


Figura 3 – pH da água superficial da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí.

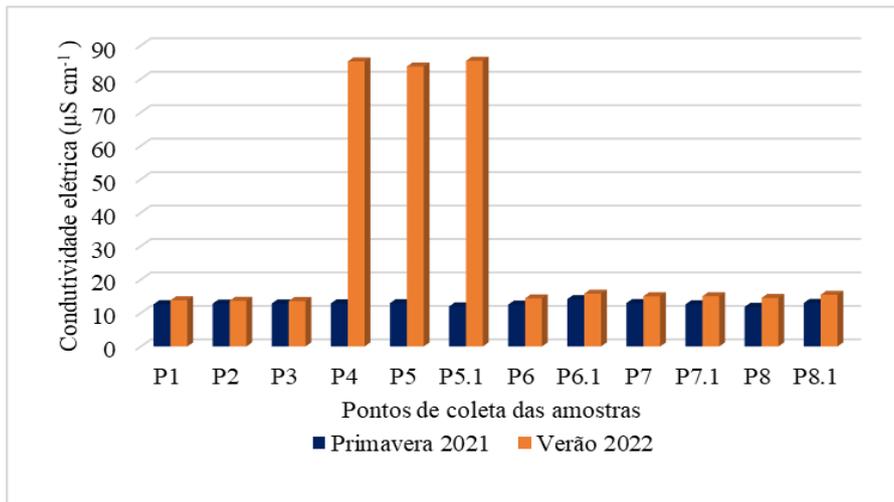


Figura 4 – Condutividade Elétrica da água superficial da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí

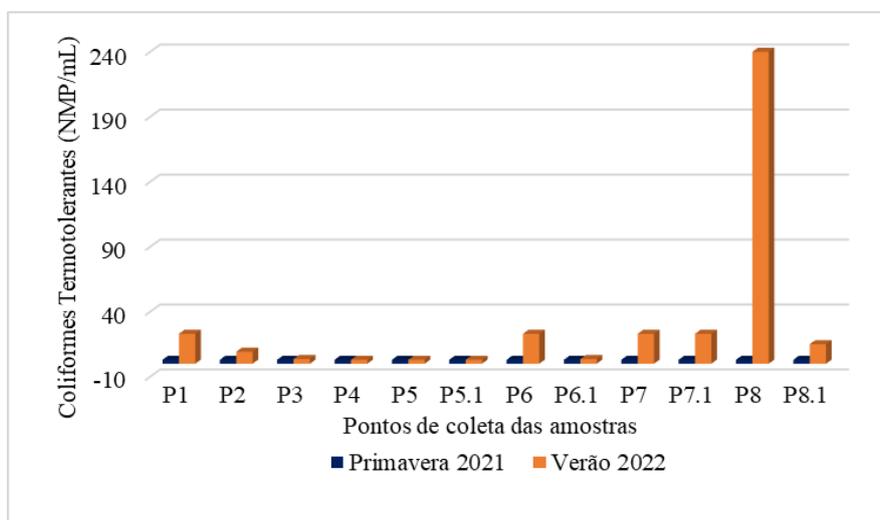


Figura 5 – Coliformes Termotolerantes da água superficial da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí.

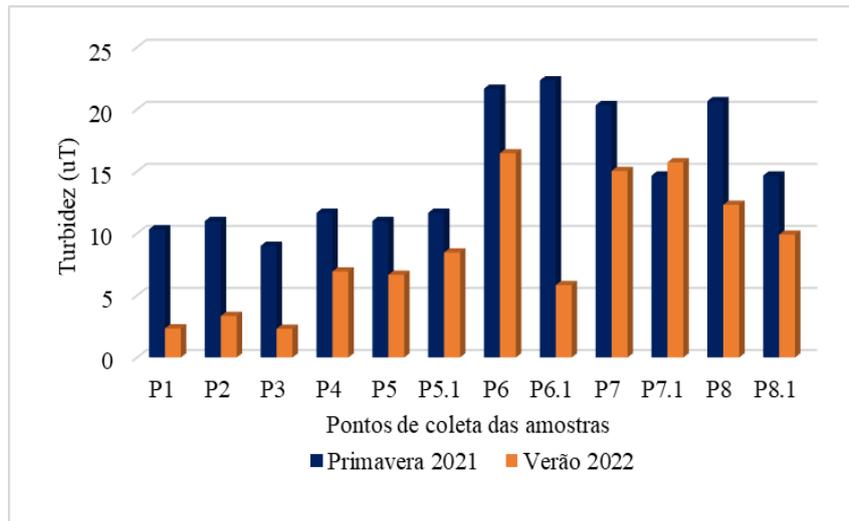


Figura 6 – Turbidez da água superficial da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí

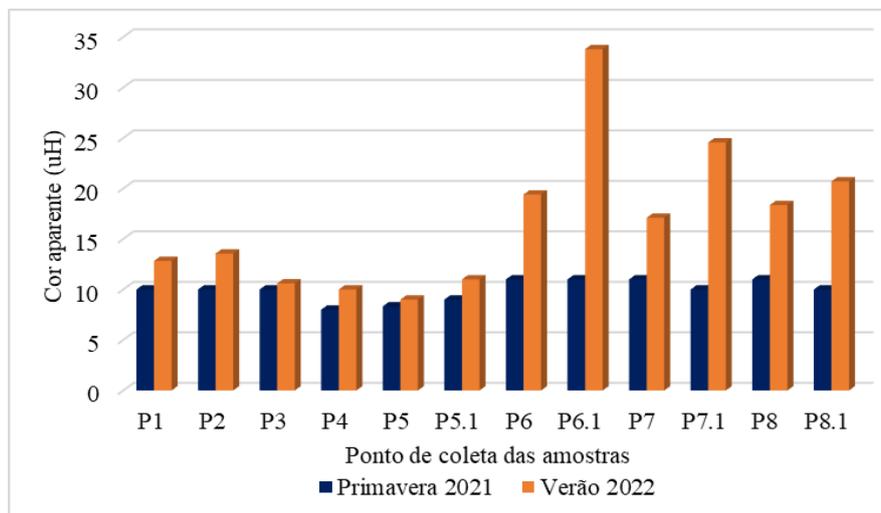


Figura 7 – Cor aparente da água superficial da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí

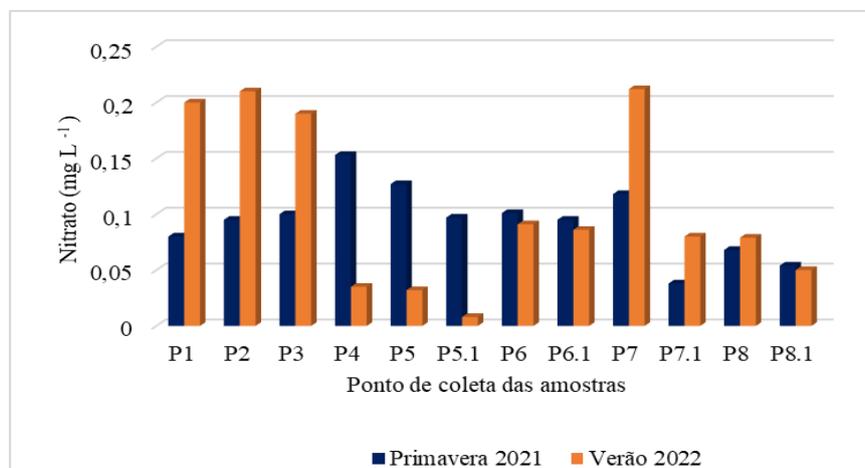


Figura 8 – Nitrito da água superficial da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os valores de pH oscilaram de 7,07 a 7,66 na estação da primavera e de 6,11 a 7,98 na estação verão, como apresentado nas Tabelas 1 e 2. Na Figura 3, é possível observar a variação desses resultados entre as estações estudadas. De acordo com a Resolução CONAMA N°. 357/2005, a variação de pH para corpos hídricos de classe 1 e classe 2 é estabelecido entre 6,0 a 9,0. Portanto, a água superficial analisada em todos os pontos de coleta se encontrava em conformidade com a referida resolução.

Para a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016), o pH é um parâmetro muito importante no monitoramento do saneamento ambiental. Água com baixo pH, isto é, abaixo de 5, podem indicar a presença de matéria orgânica, devido a liberação do gás carbônico (CO₂), decorrente da decomposição desses compostos, originando ácido carbônico (H₂CO₃) (MAROTTA, 2008), além de comprometer o gosto, a palatabilidade e aumentar a corrosão. Enquanto águas com pH elevado, isto é, acima de 8,5, podem adquirir gosto mais salgado e provocar distúrbios na pele e irritação nos olhos, além de aumentar a formação de incrustações e diminuir a eficiência da desinfecção por cloração (VON SPERLING, 2005).

Medeiros *et al.*, (2018), em seu estudo sobre a avaliação sazonal da qualidade da água no rio Amazonas, no Amapá, observou que no período chuvoso apresentam-se águas mais ácidas, quando comparado ao período seco, podendo estar associada ao aumento do teor de ácidos orgânicos. Salienta-se que, no mês da coleta da estação primavera ocorreu o maior índice pluviométrico (92,97mm) comparado ao mês de coleta no verão (57,65mm), os resultados então poderiam estar associados ao teor de ácidos orgânicos.

A condutividade elétrica para as amostras de água superficial, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2 oscilou respectivamente de 11,83 a 14,16 $\mu\text{S cm}^{-1}$ na primavera e na estação verão, de 13,58 a 85,4 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Na Figura 4, estão apresentadas as variações da condutividade elétrica nas estações da primavera e verão. A condutividade elétrica aumenta à medida que mais sólidos que tem a capacidade de se dissolver na água são adicionados, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico, podendo estar relacionado a presença de lançamento de esgotos domésticos (CETESB, 2016).

A Resolução CONAMA N°. 357/2005 não estabelece VMP para recursos hídricos de Classe 1 e Classe 2, quanto à condutividade elétrica. Este parâmetro é, em geral, utilizado para medir o teor de sal dissolvido na água sob a forma de íons e, também, é um método padrão utilizado para investigar a qualidade da água (ASENBAUM *et al.*, 2011).

Apesar da Condutividade Elétrica não ser um parâmetro para avaliar a qualidade da água quanto a corpos hídricos de classe 1 e classe 2, esse representa uma medida indireta da concentração de poluentes na água. Alguns autores citam que valores que ultrapassam 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, podem estar relacionados a ambientes impactados negativamente (VON SPERLING, 2007; FREDDO FILHO, 2018). Esse impacto pode ser devido a resíduos da produção animal (avícolas, bovinos e suínos), da aplicação de fertilizantes e da contribuição de esgotos (RAJU *et al.*, 2015). Neste contexto, nas amostras não foram encontrados resultados acima de 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Para os coliformes termotolerantes, como apresentados nas Tabelas 1 e 2, na estação do verão ocorreram as maiores concentrações da presença de coliformes termotolerantes. Na Figura 5 tem-se a comparação dos resultados entre a estação do verão e primavera. Segundo WHO (2011), os coliformes termotolerantes constituem um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários predominantemente do trato intestinal humano e outros animais. Este grupo compreende o gênero *Escherichia* e, em menor grau, espécies de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. A *Escherichia coli* é a principal do grupo de coliformes termotolerantes, sendo abundante nas fezes humanas e de animais. É encontrada em esgotos, efluentes tratados e águas naturais sujeitas a contaminação recente por seres humanos, atividades agropecuárias, animais selvagens e pássaros (WHO, 2011).

Quanto a presença de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* nas amostras de água superficial, a Resolução CONAMA N°. 357/2005 estabelece que as águas doces de Classe 1 e 2 destinadas ao uso de recreação de contato primário, deverão ter atendidos os padrões de qualidade previstos na Resolução do CONAMA N°. 274/2000. Para as demais finalidades não deverá exceder o limite de ≤ 200 coliformes por 100 mL em 80% de pelo menos 6 amostras com frequência bimestral, pelo menos, seis amostras coletadas durante o período de um ano para água superficial de classe 1 e para corpos hídricos de classe 2 não devesa exceder o limite de ≤ 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% de pelo menos 6 amostras com frequência bimestral. Neste contexto, todos os pontos de coletas estão de acordo com os VMP atribuídos pela Resolução CONAMA N°. 357/2005 visando ainda que, os pontos P1 e P2 utilizavam da área do rio para recreação.

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva a mesma (VON SPERLING, 2005), ou através da erosão dos solos, embora esgotos domésticos ou outras fontes de poluição também possam elevar a turbidez (ANA, 2018). Como apresentados

nas Tabelas 1 e 2, a turbidez teve maior variação na estação da primavera podendo ser explicada pelas chuvas ocorridas no mês de coleta. Na Figura 6 estão apresentados os resultados de turbidez entre as duas estações de estudo.

Nas amostras coletadas na bacia do Rio Ijuí, a turbidez teve variação entre 9 e 22,33 uT, na estação da primavera (Tabela 1) e entre 2,34 e 16,46 uT, no verão (Tabela 2). Considerando a Resolução CONAMA N°. 357/2005, VMP para turbidez é de no máximo 40 uT para corpos hídricos de Classe 1 e para Classe 2 em até 100 uT. Assim, todos os pontos de coletas analisados possuem esse parâmetro com valor estabelecido pela resolução.

Naturalmente, o parâmetro cor aparente pode ser resultado da decomposição da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005). Na Tabela 1, é possível observar que na estação da primavera o parâmetro teve variação 8 a 11 uH e na estação verão (Tabela 2) de 9 a 33,8 uH. A matéria orgânica em estado coloidal também pode estar relacionada a esgotos domésticos e industriais e, portanto, a cor em águas superficiais deve ser investigada, pois pode ser um indicativo de situação perigosa e que o local pode ter sido impactado (WHO, 2011). As águas naturais apresentam, em geral, intensidades de cores variando de 0 a 200 uH (FUNASA, 2014). Um dos problemas da presença de cor na água é a questão estética, uma vez que causa um efeito repulsivo na população (CETESB, 2017). Na Figura 7 estão demonstradas as variações de cor aparente nas estações da primavera e verão.

Na estação da primavera (Tabela 1), a cor aparente teve variação 8 a 11 uH e na estação verão (Tabela 2), de 9 a 33,8 uH. O ponto P6.1 obteve o maior valor de cor aparente, podendo este ser resultado da decomposição da matéria orgânica proveniente das árvores, pois o local de coleta é revestido de mata vegetal. A Resolução CONAMA N°. 357/2005 não estabelece VMP para esse parâmetro em corpos hídricos de Classe 1 e Classe 2.

O nitrato é proveniente frequentemente, da utilização de fertilizantes nitrogenados, da aplicação de dejetos de animais e da irrigação, do cultivo do solo, do esgoto humano disposto em sistemas sépticos mal projetados e, também da deposição atmosférica, sendo o nitrato considerado uma das principais fontes de contaminação e de eutrofização das águas superficiais (SHRESTHA, 2010; BAIRD, 2011). Dentre as atividades pecuárias, a que representa maior risco é a suinocultura, sendo que grande parte dos dejetos é lançado nas lavouras como fonte de adubação, o que se constitui em um risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais, principalmente pelas elevadas concentrações de compostos de nitrogênio presentes nesses dejetos (REGINATO, 2013). Na Figura 8, estão apresentados os resultados de nitrato nas estações - primavera 2021 e verão 2022.

Observa-se na Tabela 1, que na estação do verão foram identificadas as maiores concentrações de nitrato, diferente da estação primavera (Tabela 2). Possivelmente esse fato ocorreu em função do menor índice pluviométrico averiguado nesta estação nos dias da realização da coleta (57,65 mm), o que promove a menor dispersão do poluente em águas superficiais. A Resolução CONAMA N°. 357 de 2005 atribui VMP de 10 mg L⁻¹ de nitrato em corpos hídricos de Classe 1 e Classe 2, sendo assim, os pontos de coleta analisados estão de acordo com a resolução.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Por meio das análises realizadas na água superficial da BH do Rio Ijuí foi possível averiguar que, os pontos de coleta das amostras estavam de acordo com os VMP expedidos pela Resolução CONAMA N°. 357/2005. Foi possível observar que a baixa pluviosidade ocorrida na estação do verão afetou os resultados, principalmente da condutividade elétrica, coliformes termotolerantes, cor aparente e nitrato. No entanto, os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA N°. 357/2005 estavam dentro dos VMP.

Por fim, sugere-se a continuidade do estudo quanto ao monitoramento, dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos ampliando ainda, para mais parâmetros estabelecidos em legislação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Conjuntura recursos hídricos Brasil 2018. Brasília – DF, 2018.
2. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 2017.
3. ASENBAUM, A. *et al.* Influence of various commercial water treatment processes on the electric conductivity of several drinking waters. *Journal of Molecular Liquids*, v. 160, n. 3, p. 144-149, mai. 2011.
4. BAIRD, C.; CANN, M. Poluição e purificação da água. In: *Química Ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2011. Cap. 14, p. 623-683.
5. CETESB. Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia Coli - Determinação pela técnica de tubos múltiplos. 2018.

6. CETESB. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas. 2016.
7. CETESB. Relatório de Qualidade das águas interiores do estado de São Paulo. ApêndiceE – Significado ambiental das variáveis de qualidade. 2017.
8. CETESB. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas. São Paulo. CETESB Brasília: ANA, 2011. 327 p.
9. CONAMA. Resolução CONAMA n° 357, de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
10. FUNASA. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs. Brasília, 2014.
11. FREDDO F. V. J. Qualidade das águas subterrâneas rasas do aquífero Barreiras: estudo de caso em Benevides – PA. 2018. 113 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2018.
12. FRIES, J., *et al.* Organic Reagents for Trace Analysis, In: Método da Brucina. 1977, cap., pg. 278.
13. IBGE. Censo brasileiro demográfico. 2010.
14. MAROTTA, H. S. R. O.; ENRICH, P. A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano ambientais. *Ambiente & Sociedade*, v. 11 n. 1, p. 207-218, jan/jun. 2008.
15. MEDEIROS *et al.* Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 13, 2018.
16. NEVES, F. M. *et al.* Avaliação da qualidade da água do Rio Bacacheri, Curitiba/PR. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 8, n.4, p.81-98, jan. /jun. 2015.
17. RAJU, N. J. *et al.* Geochemical assessment of groundwater quality in the Dun valley of central Nepal using chemometric method and geochemical modeling. *Groundwater for Sustainable Development*, v. 1, n. 12, p. 135-145, nov-dez. 2015.
18. REGINATO, P. A. R.; AHLERT, S. Vulnerabilidade do sistema aquífero Serra Geral na Região Nordeste do estado do Rio Grande do Sul. *Águas subterrâneas*, v. 27, n. 2, p. 32-46, 2013.
19. SEMA. Secretaria de estado do meio ambiente. 2015. U090 - Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí.
20. SEMA. U090 - BH do Rio Ijuí. Departamento de recursos hídricos da secretaria de estado do meio ambiente (drh/sema). Processos de planejamento dos usos da água na BH do rio Ijuí – enquadramento. Relatório da etapa B – REB. Cenários futuros e enquadramento. Rio Grande do Sul, 2012. 205 p.
21. SHRESTHA, R. K.; COOPERBAND, L. R.; MACGUIDWIN, A. N. Strategies to Reduce Nitrate Leaching into Groundwater in Potato Grown in Sandy Soils: Case Study from North Central USA. *American Journal of Potato Research*, v. 87, n. 3, p. 229-244, jun. 2010.
22. 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.
23. VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte. 2007. v. 7. 452 p.
24. WHO. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. 4 ed. Geneva: World Health Organization, 2011.