

CAPTAÇÃO DE ÁGUA PONTUAL E SAZONALIDADE NA QUALIDADE DA ÁGUA: ESTUDO DE CASO DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO PALMITAL

Débora Astoni **Moreira**¹, José Antonio Rodrigues de **Souza**², Loiany Gonçalves **Costa**³,
Ellen Lemes **Silva**⁴

(1 – Instituto Federal Goiano, debora.astoni@ifgoiano.edu.br, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8658-1269>; 2 – Instituto Federal Goiano.edu.br, jose.antonio@ifgoiano.edu.br; Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-9424>; loianycosta@gmail.com; Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0605-5224>; 3 – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, ellen_cbba@hotmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5649-5055>)

Resumo: O monitoramento da qualidade da água é uma ferramenta relevante para o planejamento e tomada de ações que garantam a conservação da água em uma bacia hidrográfica. Com este trabalho, objetivou-se avaliar a qualidade da água utilizada para o consumo humano em uma microbacia na zona rural do Centro-Oeste do Brasil. Para isso, foram realizadas campanhas para determinação dos pontos de coleta de amostras de água, tanto no período de estiagem, como no período de seca. Assim, foram selecionados onze pontos na ; do ribeirão Palmital, em Urutaí - GO, determinando-se a qualidade da água pelo índice IQA ajustado pela Cetesb (2008). Os resultados permitiram concluir que 72,73% dos pontos na estação seca e 54,54% na estação chuvosa estavam contaminados por coliformes totais e, em relação aos coliformes termotolerantes, foram encontradas em 27,27 % dos pontos no período de estiagem e, 45,45 % no período chuvoso. Dessa forma, as águas utilizadas nas propriedades rurais foram consideradas um importante fator de risco à saúde dos seres humanos que a utilizam. A adoção de medidas preventivas, visando à preservação das fontes de água, e o tratamento das águas já comprometidas são as ferramentas necessárias para diminuir, consideravelmente, o risco de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica.

Palavras-chave: potabilidade. recursos hídricos. Monitoramento. IQA.

WATER SAMPLING IN-STREAM AND SEASONALITY ON WATER QUALITY: CASE STUDY OF THE PALMITAL STREAM MICROBASIN

Abstract: Water quality monitoring is a relevant tool for planning and taking actions to ensure water conservation in a river basin. This study aimed to evaluate the quality of water used for human consumption in a microbasin in the rural area of Central-West Brazil. Thus, expeditions were carried out to determine points for water sampling, both during the dry and rainy seasons. Eleven points were selected in the Palmital stream microbasin, in Urutaí - GO, and we determined the water quality using the IQA-NSF index adjusted by Cetesb (2008). The results showed that 72.73% of the points in the dry season and 54.54% in the rainy season were contaminated by total coliforms and, thermotolerant coliforms were found in 27.27% of the points during dry season and, 45.45% in the rainy season. Therefore, the water used on rural properties was considered an important risk factor for the health of the humans who use it. The adoption of preventive measures, focused on preserving water sources, and the treatment of already compromised waters are necessary tools to considerably reduce the risk of waterborne diseases.

Keywords: potability, water resources. Monitoring. IQA.

EXTRACCIÓN OCASIONAL DE AGUA Y ESTACIONALIDAD DE LA CALIDAD DEL AGUA: ESTUDIO DE CASO DE LA CUENCA PALMITAL DEL RIBEIRÃO

Resumen: La monitorización de la calidad del agua es una herramienta importante para planificar y tomar medidas que garanticen la conservación del agua en una cuenca hidrográfica. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del agua utilizada para consumo humano en una microcuenca rural del centro-oeste de Brasil. Para ello, se llevaron a cabo campañas para determinar los puntos de muestreo de agua, tanto durante la estación seca como en la estación húmeda. Se seleccionaron 11 puntos en la microcuenca del arroyo Palmital, en Urutaí - GO, y se determinó la calidad del agua utilizando el índice IQA ajustado por Cetesb (2008). Los resultados mostraron que 72,73% de los puntos en la época seca y 54,54% en la época lluviosa fueron contaminados por coliformes totales, y coliformes termotolerantes fueron encontrados en 27,27% de los puntos en la época seca y 45,45% en la época lluviosa. De esta forma, el agua utilizada en las propiedades rurales fue considerada un importante factor de riesgo para la salud de los seres humanos que la utilizan. La adopción de medidas preventivas para preservar las fuentes de agua y el tratamiento del agua ya comprometida son las herramientas necesarias para reducir considerablemente el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua.

Palabras clave: Potabilidad. Recursos hídricos. Vigilancia. IQA.

1. Introdução

A água para consumo humano deve ser limpa, livre de patógenos, impurezas e de qualquer contaminação que cause danos à saúde. Assim, assegurar a qualidade da água para consumo humano é um dos maiores objetivos das sociedades atuais (Gomes, Ramos, Santos, Gomes & Gadelha, 2018).

A qualidade da água, que varia em função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (Cheng, Meng, Wang, Zhang, Yang, & Jiang, 2018), pode ser analisada por variáveis que representam suas características físicas, químicas e biológicas, e que determinam a compatibilidade com diferentes usos.

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Mundial da Água da ONU (2021), no Brasil, quase 35 milhões de pessoas não possui acesso a serviços de água tratada, sendo 5,5 milhões apenas nas maiores cidades do país (SNIS, 2021). Resultando em disseminação de doenças causadas por veiculação hídrica, segundo Castro, Cruvinel & Oliveira (2020), as enfermidades ocorrem devido à contaminação por micro-organismos ou toxinas indesejáveis presentes nas águas de má qualidade.

O monitoramento da qualidade da água prevê o levantamento sistemático de dados em pontos de amostragem previamente selecionados, com muitas observações, medições e avaliações para obter informações ou comportamentos de um conjunto de variáveis, acompanhando as condições de qualidade de água ao longo do tempo. O monitoramento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos se constitui num poderoso instrumento, que possibilita a avaliação da oferta hídrica, que é a base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente.

Para facilitar a divulgação e interpretação de dados sobre os parâmetros de qualidade das águas, tem-se adotado os índices de qualidade das águas que expressam, através de um valor único, a qualidade das águas em um ponto de monitoramento específico, o qual aponta de forma classificatória a qualidade da água (Von Sperling, 2005).

No campo específico do abastecimento de água para consumo humano, um dos índices mais difundidos é o IQA (Índice de Qualidade da Água), sendo a primeira estrutura apresentada por Horton (1965) e a partir do estudo de Brown et al. (1970) desenvolvido na década de 1970 pela National Sanitation Foundation Institution (NSF) denominado IQA-NSF, ajustado pela Cetesb para as condições ambientais das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo em 1975 (Cetesb, 2008). O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA

são, em sua maioria, indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

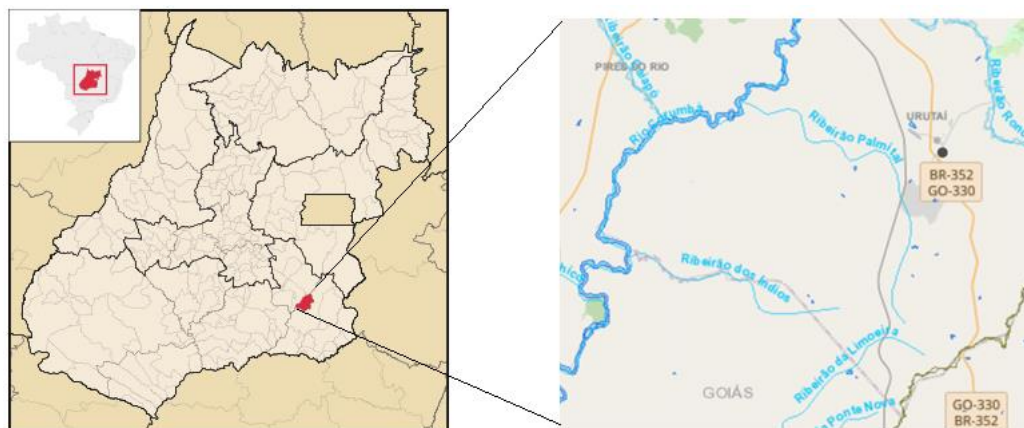
Por ser o índice mais conhecido e utilizado por pesquisadores, o índice desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF) a partir da década de 1970, passou a ser utilizado pela CETESB em São Paulo (ANA, 2017). Capaz de fornecer precisão e flexibilidade na quantidade e qualidade dos parâmetros analisados (Nayak, Patil & Patki, 2020). De posse do IQA, é possível converter todo um conjunto de dados de caracterização da água em um índice, representando uma faixa de qualidade de água excelente a inadequada (Seifi, Dehghani & Singh, 2020).

Assim, com este trabalho, objetivou-se avaliar a qualidade da água utilizada para consumo humano na microbacia do ribeirão Palmital, na zona rural do Centro-oeste do Brasil.

2. Metodologia

O presente trabalho foi conduzido na microbacia do ribeirão Palmital em Urutaí – GO, pertencente a sub-bacia do Rio Corumbá (Figura 1), o qual fornece água de abastecimento para o município de Urutaí, para o Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí e algumas propriedades rurais. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, caracterizado como úmido tropical, com inverno seco e verão chuvoso, e a precipitação e temperatura média anual de 2000 mm e 28 °C, respectivamente (Souza, Moreira, Silva, Thomazini, Pereira, Rodio, & Ferreira, 2023).

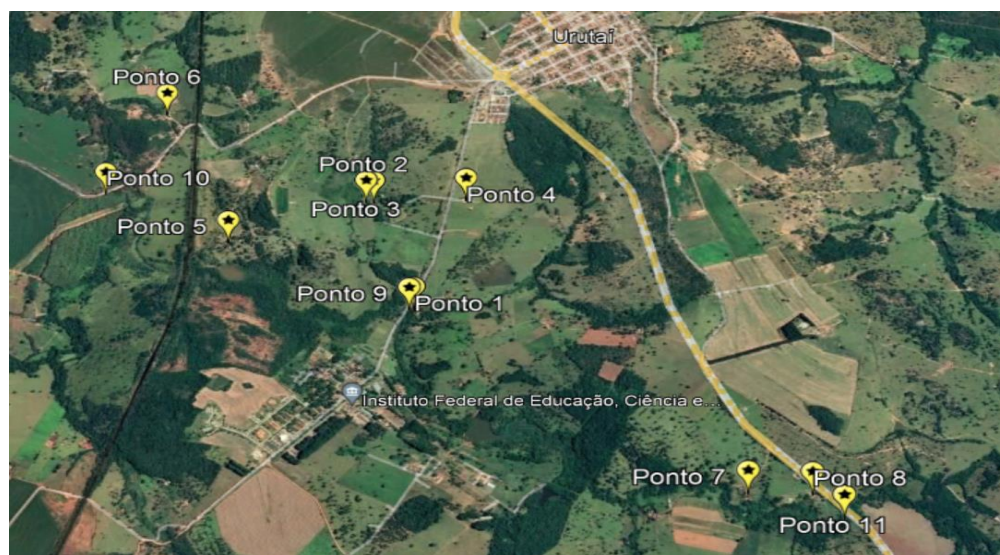
Figura 1: Localização da microbacia do ribeirão Palmital.



Fonte: Adaptado de Hidro web 3.2.7

Para seleção dos pontos de avaliação, realizou-se o levantamento dos domicílios na zona rural de Urutaí-GO que se localizava na microbacia do ribeirão Palmital e que captavam água para abastecimento diretamente no curso de água, em poços abertos (cisternas) e em surgências de água (mina de água), delimitando-se, ao final, onze pontos de coleta (Figura 2).

Figura 2. Localização dos pontos de coleta monitorados na microbacia do ribeirão Palmital.



Fonte: Adaptado do Google Earth.

Foram selecionados 11 (onze) pontos para avaliação dos efeitos da ação antrópica sobre a qualidade das águas utilizadas no abastecimento, os quais tiveram suas características físicas, químicas e microbiológicas monitoradas ao longo do ano de 2022, em avaliações semestrais, ocorrendo no período de estiagem e no período chuvoso, respectivamente, sendo as campanhas realizadas no dia 10 de setembro de 2022 e 09 de dezembro de 2022.

Das residências selecionadas para realização dos estudos, uma faz captação de água diretamente no ribeirão Palmital (Ponto 1); duas captam em cisterna (Pontos 2 e 8); um capta água em uma surgência (mina de água) (Ponto 3), quatro propriedades utilizam poços artesianos (Pontos 4, 5, 6 e 7) e outros três locais fazem captação no mesmo ponto de coleta de água para o município de Urutaí, a montante e a jusante dele (Pontos 9, 10 e 11), respectivamente.

As determinações dos valores de temperatura e pH da água foram realizadas “in situ”. Para as demais características, amostras de água foram coletadas em frascos previamente esterilizados, acondicionadas em caixa térmica contendo gelo, sendo conduzidas, imediatamente, ao Laboratório de Pesquisas e Análises Químicas (LAPAQ) do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí.

Nestas amostras, foram realizadas a determinação da turbidez, quantificação das concentrações totais e seus respectivos métodos de nitrato (SMEWW 4500 NO3 E - Cadm), fósforo (SMEWW 4500-P E - Ascorbic Acid Method), sólidos totais (ST) (SMEWW 2540 C - Total Dissolved Solids Driedat 180°C), oxigênio dissolvido (OD) (SMEWW 4500-O C – Azide Modification), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (SMEWW 5210 B - 5 Days BOD Test), o potencial hidrogeniônico (pH) (SMEWW 4500-H+ - Eletrometric Method), turbidez (SMEWW 2130 – Turbity) , condutividade elétrica (CE) (SMEWW 2510 - Laboratory Method), coliformes totais (Colif. Totais) e termotolerantes (Colif. Termo) (SMEWW 9223 B – Enzyme Substrate Coliform Test), segundo a metodologia descrita em Apha (2005).

A partir dos dados, determinou-se o índice de qualidade de água (IQA) a partir do produtório dos nove parâmetros determinados, conforme Equação 1, segundo Cetesb (2018):

$$\prod_{i=1}^n qi^{wi} \quad \text{Equação 1}$$

sendo: IQA - Índice de Qualidade das Águas (varia de 0 a 100); qi - qualidade do parâmetro i -ésimo, obtido através da curva média de variação de qualidade de cada parâmetro, em função do valor obtido; wi - é o peso atribuído ao i -ésimo parâmetro, peso atribuído em função da sua relevância; número de parâmetros ($n = 9$).

Para fins de discussão, os parâmetros analisados tiveram seus valores comparados com a Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005) para águas doces de classe II, e complementados com a Portaria GM/MS n.º 888/2021.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das características físicas, determinadas nos onze pontos amostrais analisados na microbacia do ribeirão Palmital.

A temperatura é um dos padrões, ou características organolépticas, de qualidade das águas atrelada à sensibilidade dos organismos vivos, que tornam uma água atraente, ou não, para o consumo. Quando a alteração da temperatura de um corpo hídrico é tão significativa a ponto de alterar a sua qualidade, a mesma passa a ser caracterizada como poluição térmica (Souza, Moreira, Condé, Carvalho & Carvalho, 2015).

Assim, as temperaturas observadas (19° - 21°C) para ambas as estações não refletiram qualquer atividade antrópica que estivesse ocorrendo nas águas, verificando-se apenas alterações de seus níveis em virtude do incremento da temperatura do ar ao longo das coletas, visto que o município apresenta clima tropical úmido, com temperatura média anual variando entre 23 e 26°C (Rodrigues, 2018).

Tabela 1. Características físicas da água monitorada na microbacia do ribeirão Palmital.

Ponto	Temp. °C		Turbidez (NTU)		ST (mg L ⁻¹)	
	Est.	Chu.	Est.	Chu.	Est.	Chu.
1	20	20	10,5	10,2	18	28
2	20	19	7,6	2,1	24	3
3	20	20	4,71	12,2	34	87
4	20	20	1,86	0,43	15	120
5	19	19	0,97	0,74	10	28
6	20	20	1,12	0,77	6	21
7	20	20	3,28	0,51	18	10
8	20	20	0,34	0,46	36	43
9	21	19	25,2	287	116	239
10	19	19	6,86	12,7	73	50
11	20	19	13,6	14,9	110	40

Est. - estiagem; Chu. – chuvoso; Fonte: elaborado pelos autores

Embora a turbidez possa ter origem natural, não trazendo inconvenientes sanitários diretos, esteticamente é desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos (Perpétuo, 2014; Melo 2016). A Portaria GM/MS n.º 888/2021, estabelece que o valor máximo permitido de 5 uT como padrão de aceitação para consumo humano (Brasil, 2021). No entanto, para rios de Classe II é de até 100 NTU, pela Resolução 357/05 do CONAMA.

Observa-se, na Tabela 1, que em 45,45% das amostras, a turbidez encontrou-se fora dos padrões da Portaria GM/MS n.º 888/2021, tanto no período de estiagem, quanto no período chuvoso, em relação a Resolução 357/05 do CONAMA todos os pontos estão inferiores ao limite máximo. No período chuvoso, observou-se incremento na turbidez do ribeirão Palmital, causado pelo aumento dos sedimentos carregados pelo escoamento superficial. Já nos poços artesianos, houve diminuição em sua turbidez, que pode ser explicado pelo subsolo funcionar como um filtro.

Os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado (Cetesb, 2013). Assim, verificou-se que os valores dos sólidos dissolvidos totais se encontram dentro dos padrões de até 500 mg L⁻¹, conforme Portaria GM/MS n.º 888/2021, tendo em vista que a Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece valores máximos, nota-se

também que os maiores valores foram obtidos nas águas do ribeirão Palmital, tal fato era esperado por se tratar de local de livre acesso a animais.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das características químicas, determinadas nos onze pontos amostrais analisados na microbacia do ribeirão Palmital.

Tabela 2. Valores da análise química da água monitorada na microbacia do ribeirão Palmital.

Pontos	pH		C.E ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		Nitrogênio (mg de N L ⁻¹)		Fósforo (mg de P L ⁻¹)		DBO (mg L ⁻¹)		OD (mg L ⁻¹)	
	Est.	Chu.	Est.	Chu.	Est.	Chu.	Est.	Chu.	Est.	Chu.	Est.	Chu.
1	6,48	6,81	52,46	54,74	nd	1,57	0,03	0,01	14,8	5,68	4,1	6,6
2	6,04	6,09	66,99	63,71	nd	nd	0,01	0,01	6,8	1,86	4,5	3,7
3	6,32	7,14	99,24	99,95	1,14	2,24	0,05	0,01	nd	1,70	6,9	7
4	6,01	6,19	44,24	46,37	2,23	2,26	0,01	0,01	nd	nd	6,8	5,2
5	6,03	7	28,43	51,64	1,62	0,59	0,01	0,01	nd	nd	5,5	6,5
6	6,96	7,36	82,28	90,28	nd	nd	0,02	0,01	nd	nd	9,2	7
7	6,24	6,44	56,19	55,92	nd	nd	0,02	nd	nd	nd	5,3	3
8	6,01	6,03	25,52	25,89	0,49	nd	0,02	0,01	nd	nd	6,7	7,6
9	6,37	6,93	52,89	53,81	nd	1,60	0,01	0,04	8,8	14,64	5	6,5
10	7,21	7,16	73,03	77,62	nd	nd	0,02	0,01	nd	nd	9,1	7,2
11	6,35	6,52	44,9	50,77	nd	1,18	0,04	0,01	nd	nd	3,9	5,8

Sendo: est – período de estiagem; Chuv. – período de chuva; pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica; DBO – demanda bioquímica de oxigênio; OD – oxigênio dissolvido; nd – não detectado.

Fonte: elaborado pelos autores

O pH é uma medida da concentração de íons de hidrogênio em uma solução, ou seja, expressa o grau de acidez ou basicidade de uma solução, representando a concentração ativa de íons de hidrogênio (H⁺) na mesma. Em águas de abastecimento, o pH pode aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos. Assim, o pH da água precisa ser controlado, possibilitando que os carbonatos presentes sejam equilibrados (Reda, 2016; Melo, 2016).

A faixa de pH observada (6,01 - 7,36) considerada normal, estando em concordância com o padrão de qualidade de águas superficiais da Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de Classe II (6 a 9,5) e, de potabilidade, conforme Portaria GM/MS n.º 888/2021, não sendo evidenciado um padrão espacial de ocorrência.

Segundo Cetesb (2013), a condutividade elétrica representa uma medida indireta do efeito antrópico, já que depende das concentrações iônicas e da temperatura, indicando a quantidade de sais existentes na água. Não há valores de referência para condutividade na Resolução CONAMA 357/2005. Entretanto, valores entre 10 e 100 mS/cm (siemens por centímetro) para águas naturais, foram descritos por Von Sperling (2014) como águas não poluídas.

A presença de compostos de nitrogênio nos seus diferentes estados de oxidação é indicativa de contaminação do aquífero e de possíveis condições higiênico-sanitárias insatisfatórias. Apesar nitrogênio ser elemento indispensável ao crescimento de algas, em excesso, pode provocar desenvolvimento exagerado desses organismos, fenômeno chamado eutrofização.

O nitrato em excesso provoca dois efeitos adversos à saúde, quais sejam, a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças e, a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas, ambas carcinogênicas (Scorsafava, Souza, Stofer, Nunes & Milanez, 2010). Por isso, apesar do valor máximo permitido estabelecido pela Portaria GM/MS n.º 888/2021 e CONAMA 357 ser de 10 mg N-NO³ L⁻¹ na água potável, valores superiores a 5 mg L⁻¹ já considera que a fonte de água está sendo contaminada (Cordeiro, Rodrigues, Souza & Ferreira, 2011).

Assim, considerando a legislação, todos os pontos amostrais nos períodos avaliados apresentaram concentração de nitrato abaixo do valor recomendado pela legislação, enquanto 27,27% apresentaram teores acima de 5 mg L⁻¹, tanto no período de estiagem, quanto no período chuvoso.

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso na água pode causar eutrofização. De acordo com Resolução CONAMA 357/05 os limites apresentados para ambientes lênticos apresenta o valor máximo de 0,030 mg L⁻¹ e para ambientes intermediários apresenta valor máximo de 0,050 mg L⁻¹. Assim, na Tabela 2, verificou-se que todos os pontos analisados apresentaram valores de fósforo dentro da faixa estabelecido pela CONAMA 357/05, no entanto, os pontos 1 e 3 podem ser considerados como ambiente lêntico apresentando valor igual e superior ao limite

estabelecido no período de estiagem, sendo recomendado estudo de possível contaminação externa.

A DBO representa a quantidade de oxigênio molecular necessário à estabilização da matéria orgânica decomposta aerobicamente por via biológica (Mota, 2012). Esse parâmetro é utilizado para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica, que corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantidos a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional (Matos, Da Silva Júnior, Medeiros, Oliveira Júnior & Goulart, 2023).

Nas análises realizadas, apenas um ponto em cada época analisada (ponto 1 na seca e 9 no período chuvoso) não estava de acordo com a normativa GM/MS n.º 888/2021 que estabelece o limite de 10 mg. L⁻¹, não obtendo um padrão de contaminação. Já para a Resolução 357/05 do CONAMA que estabelece limite para rios de Classe 2, a qual ressalta máximo de 5mg /L, os pontos 1, 2 e 9 no período de estiagem e no período chuvoso os pontos 1 e 9, encontram-se com valores superiores ao estabelecido pela legislação.

O oxigênio dissolvido (OD) é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias usam o oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo causar uma redução de sua concentração no meio (Cetesb, 2013).

A concentração de oxigênio presente na água varia conforme a pressão atmosférica (altitude) e com a temperatura do meio. As amostras dos poços analisadas tiveram taxa baixa de OD, que era esperado, em virtude de as águas subterrâneas não apresentarem fontes de oxigenação como algas e turbulência. Outro motivo para os valores baixos, pode estar relacionado à quantidade de matéria orgânica dissolvida, que pode estar relacionado aos valores obtidos para a DBO neste estudo (Fiorese, 2019; Matos et al., 2023).

O teor de OD é um indicador das condições de poluição por matéria orgânica. Portanto, uma água não poluída deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de OD podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água (Mota, 2012). Uma das causas mais frequentes de mortandade na vida aquática é a queda na concentração de oxigênio nos corpos d'água. O valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 é de 5,0 mg/L, mas existe uma variação na tolerância de espécie para espécie.

Na Tabela 3 estão apresentadas análises microbiológicas da água nos pontos monitorados. Verifica-se, que em todos os pontos analisados apresentaram contagem de

coliformes totais. Já, para a contagem de coliformes termotolerantes, foram encontradas em 27,27 % dos pontos no período de estiagem e, 45,45 % no período chuvoso. Observa-se que, os resultados obtidos estão inferiores ao limite estabelecidos pela CONAMA 357/2005 que não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100mililitros.

Tabela 3. Valores da análise microbiológicas da água nos pontos monitorados.

Ponto	Coliformes Totais (NMP/100mL)		Coliformes Termotolerantes. NMP/100mL	
	Est.	Chuv.	Est.	Chuv.
Padrão	Ausência em 100 mL		Ausência em 100 mL	
1	3778,0	850,0	379,5	10,0
2	272,3	456,9	58,5	40,2
3	285,1	1011,2	80,1	22,2
4	344,1	1,0	3,1	Nd
5	24,1	9,7	nd	Nd
6	5,2	3,0	nd	Nd
7	22,8	65,2	7,0	Nd
8	26,6	2,0	nd	Nd
9	2080	1406,0	95,5	166,0
10	1301,5	572,0	150,5	65,2,0
11	1443	1827,6	142	145,2

Sendo: NPM – número mais provável; Est. – estiagem; Chuv. – Chuvoso; nd – não detectado; Padrão – valores discriminados na Portaria GM/MS n.º 888/2021.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A determinação da concentração dos coliformes totais assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica. Já a presença de coliformes termotolerantes indica a possibilidade de ocorrência de outros microrganismos patogênicos entéricos na água e a possibilidade de contaminação fecal (Soares & da Costa, 2020).

A água captada de poços ou nascentes no meio rural pode apresentar contaminação por coliformes, pois, os poços não são vedados adequadamente ou ainda, os moradores não recebem informações sobre os cuidados necessário. É importante ressaltar que a presença de coliformes nas amostras servem como indicador de contaminação fecal, normalmente encontrada em grande quantidade nos esgotos domésticos. Scuracchio (2010) resalta que o consumo direto de água não tratada ou mesmo manipulada de forma errônea pode levar a casos de diarreia, cólera, hepatite, febre tifoide e até mesmo poliomielite quando digerida.

O Índice de qualidade da água (IQA), engloba nove parâmetros e representa um panorama geral da qualidade da água em um determinado ponto ou estação de monitoramento. Consiste, basicamente, em um produto ponderado, onde o resultado de múltiplos parâmetros é representado em um único valor. Este índice tornou-se uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade das águas, permitindo a comparação com os corpos d'água de outras regiões e países (NSF, 2006). Na Tabela 4 estão apresentados os valores de IQA nos 11 pontos avaliados.

Tabela 4. Valor do IQA das águas nos pontos monitorados.

Pontos	IQA - estiagem	Classe	IQA – chuvoso	Classe
1	31	Ruim	34	Ruim
2	31	Ruim	30	Ruim
3	34	Ruim	33	Ruim
4	33	Ruim	30	Ruim
5	31	Ruim	39	Aceitável
6	38	Aceitável	38	Aceitável
7	34	Ruim	30	Ruim
8	35	Ruim	36	Aceitável
9	29	Ruim	27	Ruim
10	38	Aceitável	36	Aceitável
11	29	Ruim	32	Ruim

Fonte: Elaborado pelos autores

A determinação do IQA na microbacia do ribeirão Palmital resultou em valores que variaram entre 31 a 38 no período seco e, de 30 a 39 no período chuvoso. As análises realizadas no período de estiagem, determinaram que 81,82% pontos amostrais apresentaram o IQA “Ruim”, enquanto no período chuvoso, 63,64% foram avaliados com o IQA “Ruim”. Apenas os pontos 6 (poço) e 10 (rio) o IQA mantiveram o padrão “Aceitável” ao longo do período avaliado.

Ao analisarmos dados separados, podemos verificar que todas as amostras coletadas estão impróprias para o consumo humano “in natura”, devendo passar por tratamento anterior ao consumo, uma vez que em todas as amostras analisadas foram detectados resultados positivos para coliformes.

A qualidade das fontes de água monitorada está diretamente associada às características de sua localização, tais como reduzida infraestruturas sanitárias, erosão do solo, proximidade dos pontos de lançamento de efluentes, e inadequado estado de preservação das surgências. Dessa forma, embora o município tenha o privilégio de dispor de elevadas fontes de água, tanto as fontes subterrâneas, como as superficiais, estão sofrendo com a poluição, tornando-se necessárias intervenções na microbacia de modo a garantir qualidade e quantidade de água para as atuais e futuras gerações

4. CONCLUSÃO

- De acordo com as análises das amostras de água, foi possível evidenciar que, de maneira geral, a microbacia do ribeirão Palmital encontra-se poluída, evidenciado pela classificação do IQA ter sido de qualidade “ruim”.
- Recomenda-se que seja conciliado urbanização e preservação, por meio do zoneamento ambiental, bem como investimentos no saneamento público, sobretudo no que se refere ao tratamento dos efluentes coletados e despejados nos mananciais da região sem nenhum tratamento.

5. AGRADECIMENTO

Agradecemos ao IFGoiano pelo apoio financeiro à pesquisa.

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) por concessão de bolsa.

6. REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2018). Indicadores de qualidade – Índice de Estado Trófico (IET). Recuperado de: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>
- APHA. American Public Health Association. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association.
- BRASIL, M. D. C. (2021). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. *Diagnostico dos Serviços Água e Esgotos*, 2021.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). 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. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>

Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. (2006). *Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde*. Brasília: Editora Ministério da Saúde. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

Brasil. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

<https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>

Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). A water quality index-do we dare. *Water and sewage works*, 117(10).

Castro, R. S. D., Cruvinel, V. R. N., & Oliveira, J. L. D. M. (2020). Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil. *Saúde em Debate*, v.43, p.8-19. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019S301>

Cetesb. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2008). Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 540p.

Cetesb. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2018). Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. São Paulo. <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>

Cetesb. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Poluição das águas subterrâneas. Águas Subterrâneas*. (2013). São Paulo.

Cheng, P., Meng, F., Wang, Y., Zhang, L., Yang, Q., & Jiang, M. (2018). The impacts of land use patterns on water quality in a trans-boundary river basin in northeast China based on eco-functional regionalization. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v.15, n.9, 1872. <https://doi.org/10.3390/ijerph15091872>

Cordeiro, M. R., de Melo Rodrigues, S., de Souza, P. R. N., & Ferreira, M. I. P. (2011). Avaliação da contaminação de efluentes domésticos em poços sobre área de restinga. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, v.5, n.1, p. 89-102.

Costa, L. G. (2022). *Panorama da qualidade da água utilizada pela população da zona rural de Urutaí – GO*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Conservação dos Recursos Naturais do Cerrado, Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Urutaí, GO.

Fiorese, C. H. U. (2019). Estudo do oxigênio dissolvido aliado à análise de uso de solo da área de preservação permanente do Rio Castelo-ES, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v.5, n.1, p.887-900. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n1-1033>

Gomes, M. A., da Silva Ramos, E. V., dos Santos, L. C., Gomes, D. J., & Gadelha, A. J. F. (2018). Investigação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água de poços no município de Sousa-PB para fins de potabilidade. *Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, n.43, p.88-98. <https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n43p88-98>

Horton, R. K. (1965). An index number system for rating water quality. *J Water Pollut Control Fed*, v.37, n.3, p. 300-306.

Matos, A. S., da Silva Júnior, N. F., Medeiros, M. S., Oliviera Júnior, C. I. D., & Goulart, S. M. (2023). Caracterização da qualidade da água dos afluentes do córrego trindade em Itumbiara-GO. *Revista Ifes Ciência*, v.9, n.1, p.01-10. <https://doi.org/10.36524/ric.v9i1.1798>

Mélo, R. A. (2016). Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental – PPGCTA, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB.

Mota, S. (2003). Introdução à engenharia ambiental. In *Introdução à engenharia ambiental*. p. 419-419.

Nayak, J. G., Patil, L. G., & Patki, V. K. (2020). Development of water quality index for Godavari River (India) based on fuzzy inference system. *Groundwater for sustainable development*, v.10, p.100350. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100350>

NSF - National Sanitation Foundation. (2006). Water quality index-WQI.

Perpetuo, E. A. (2014). Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e efluentes industriais. *São Paulo: CEPEMA-USP*, v.1, p.90.

Rodrigues, M. G. F. *Utilização de polímero hidroretentor e turnos de rega no cultivo da alface*. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Conservação dos Recursos Naturais do Cerrado, Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Urutaí, GO.

- Scorsafava, M. A., de Souza, A., Stofer, M., Nunes, C. A., & Milanez, T. V. (2010). Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v.69, n.2, p.229-232.
- Seifi, A., Dehghani, M., & Singh, V. P. (2020). Uncertainty analysis of water quality index (WQI) for groundwater quality evaluation: Application of Monte-Carlo method for weight allocation. *Ecological Indicators*, v.117, p. 106653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106653>
- Sharma, R. K., Sharma, M. R., & Chauhan, S. C. (2018). Physico-Chemical Analysis of Drinking Water Quality Parameters of Galore Area in Lower Himalayan Region, India. *J Environ Anal Toxicol*, v.8, n.2, p. 2161-0525. <https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000562>
- Soares, S. C.r, & Da Costa, F. S. (2020). Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água em assen-tamento rural do Amazonas: o caso do PA Pacia (Lábrea/AM). *Águas Subterrâneas*, v.34, n.2. <https://doi.org/10.14295/ras.v34i2.29896>
- Souza, J. A. R. D., Moreira, D. A., Condé, N. M., Carvalho, W. B. D., & Carvalho, C. V. M. (2015). Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG. *Revista Ambiente & Água*, v.10, p.614-622. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1630>
- Souza, J. A. R., Moreira, D. A., Silva, E. L., Thomazini, S. C. N., da SilvaPereira, E., Rodio, E., ... & Ferreira, N. D. (2023). Chemical Variation in Soil Fertirrigated with Effluent. *Revista de Gestao Social e Ambiental*, v.17, n.2, e03208-e03208. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n2-003>
- Von Sperling, M. (2005). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos* 3. ed. Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-Universidade Federal de Minas Gerais. Editora UFMG.
- Von Sperling, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed, Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, v. 1, 452 p., 2014.
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: first addendum to the fourth edition*.p. 564.