

IV-1561– DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO FORMOSO, BURITIZEIRO/MG

Carlos Augusto Pereira da Silva⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho (FACET/FASA). Mestrando em Engenharia Ambiental pelas Escolas de Química e Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/POLI/UFRJ).

Lidia Yokoyama⁽²⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Engenharia Metalúrgica (PUC-Rio). Doutora em Química (PUC-Rio). Professora Titular do Departamento de Processos Inorgânicos da Escola de Química (UFRJ).

Diego Macedo Veneu⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Severino Sombra (USS). Mestre em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos (PUC-Rio). Doutor em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos (UFRJ). Pesquisador do Centro Tecnologia Mineral (CETEM).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Roberto Silveira, 54 - Icaraí - Niterói - RJ - CEP: 24230-165 - Brasil - Tel: (38) 99895-0772 - e-mail: carlosaugustosilva@poli.ufrj.br

RESUMO

Este estudo apresenta uma avaliação da qualidade das águas superficiais do rio Formoso em sete estações de monitoramento. Nove parâmetros de qualidade da água foram analisados: temperatura da água, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrato, fósforo total e *Escherichia Coli*, monitorados durante os períodos seco e chuvoso, entre os anos 2021 e 2022. De modo geral, todos os parâmetros atenderam aos padrões de qualidade estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n° 08/2008 para as classes 1 e 2, com exceção da DBO que se enquadrou na classe 3. Pode-se concluir que a poluição difusa, principalmente na estação chuvosa, é a responsável pela alteração física, química e microbiológica da água. Acerca do índice de qualidade da água, foi observado que os valores encontrados variaram dentro da classe IQA Boa, o que permite inferir que o corpo hídrico ainda mostra conservado, apesar de serem desenvolvidas na bacia hidrográfica atividades agrícolas, pecuárias e florestais. A região do baixo curso apresenta os maiores valores para o IQA, pois a vegetação nativa se mostra conservada em razão da pouca aptidão agrícola no trecho.

PALAVRAS-CHAVE: Deliberação Normativa, Padrões de Qualidade da Água, IQA, Rio Formoso.

INTRODUÇÃO

A água sob os aspectos quantitativos e qualitativos é essencial para o desenvolvimento das sociedades e para a manutenção da vida (ABERA *et al.*, 2011). No entanto, alterações do ambiente físico, químico e biológico, ocasionadas pelas atividades humanas desenvolvidas no seu entorno têm causado grande diminuição na qualidade da água e na biodiversidade (DUTTA; DWIVEDI; SURESH KUMAR, 2018). Este cenário abrange as intensas atividades agrícolas e a urbanização (LIU; SHEN; CHEN, 2018).

Assim, uma avaliação quantitativa das propriedades dos recursos hídricos é necessária (NOORI, *et al.*, 2019), buscando obter o conhecimento de suas condições físicas, químicas, biológicas e ecológicas, bem como enquadrá-los em classes (ANA, 2017). Neste sentido, no Brasil, com a institucionalização da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), através da Lei n° 9.433 de 8 de janeiro de 1997, se destacou o enquadramento dos corpos de água em classes, que visa assegurar a qualidade das águas superficiais em uma bacia hidrográfica e sua compatibilidade com os usos mais exigentes.

De acordo com Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2022), o enquadramento é referência tanto para instrumentos de gestão de recursos hídricos como para a outorga e a cobrança pelo uso da água, e para instrumentos de gestão ambiental, como o licenciamento e monitoramento, sendo, portanto, um elo entre estes mecanismos de gestão. Em Minas Gerais, o enquadramento das águas superficiais é definido pela Deliberação Normativa COPAM/CERH n° 08, de 21 de novembro de 2022.

Cabe ressaltar que, além dessa legislação que trata dos padrões de qualidade da água e suas respectivas classes e enquadramentos, tem-se também o IQA, que pode ser usado como ferramenta auxiliar no monitoramento de sua qualidade. Este índice, segundo Sutadian *et al.*, (2016), transforma os parâmetros de qualidade da água selecionados em um número adimensional que facilita a apresentação e a compreensão. Muniz *et al.*, (2020) explicam que o IQA é obtido pelo produto ponderado das variáveis de qualidade da água utilizadas neste indicador. Cabe salientar, entretanto, que o índice calculado não é aplicado ao cumprimento da legislação ambiental, mas apenas para informar ao público sobre as condições das águas.

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) utiliza o IQA criado pela *National Sanitation Foundation* (NSF). O IQA representa a qualidade da água em número que varia de 0 a 100, o qi consiste na qualidade do parâmetro determinada pela curva ótima específica e o wi é o peso do parâmetro que varia de 0 a 1. A água pode ser classificada como: Excelente ($90 < IQA \leq 100$), Boa ($70 < IQA \leq 90$), Regular ($50 < IQA \leq 70$), Ruim ($25 < IQA \leq 50$) e Muito Ruim ($IQA \leq 25$). Este índice também foi aplicado no presente estudo.

Diante deste contexto, este estudo apresenta dados de variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água do rio Formoso, situado na zona rural no município de Buritizeiro, Norte de Minas Gerais. Os dados foram comparados à Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 08/2008 e utilizados para a obtenção de índices de qualidade da água (IQA).

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo e pontos de coleta

A Figura 1 mostra a bacia hidrográfica do rio Formoso, bem como a distribuição dos 7 pontos de amostragem (FOR01 a FOR07). Afluente da margem esquerda do rio São Francisco, o rio Formoso está localizado no município de Buritizeiro, Norte de Minas Gerais, e drena uma área de 840 km². Sua bacia localiza-se entre as coordenadas 17°24'15,15"S e 17°54'48,28"S de latitude e 44°5'0,57"W e 45°28'7,98"W de longitude.

Para a determinação do IQA no rio Formoso, buscou-se abranger a distribuição espacial dos parâmetros analisados. A Tabela 1 mostra as coordenadas geográficas das estações de amostragem. A amostragem foi realizada nos dias 14 e 15/12/2021, 16 e 17/02/2022, 14 e 15/06/2022 e 23 e 24/08/2022. As amostras foram coletadas a 30 cm de profundidade em diferentes recipientes e o armazenamento para transporte até o laboratório foi feito em caixas de isopor com gelo à temperatura aproximada de 4° a 6°C. Ambas as ações foram realizadas de acordo com cada variável, segundo o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB/ANA (2011).

Tabela 1: Coordenadas geográficas das estações de monitoramento no rio Formoso, Buritizeiro/MG

Estações de Monitoramento	Coordenadas	
FOR01	17°47'26.17"	45°21'46.38"
FOR02	17°46'41.26"	45°21'48.29"
FOR03	17°34'24.34"	45°14'41.69"
FOR04	17°34'03.86"	45°14'21.62"
FOR05	17°27'53.46"	45°03'01.87"
FOR06	17°27'13.58"	45°01'45.81"
FOR07	17°26'55.36"	45°01'13.26"

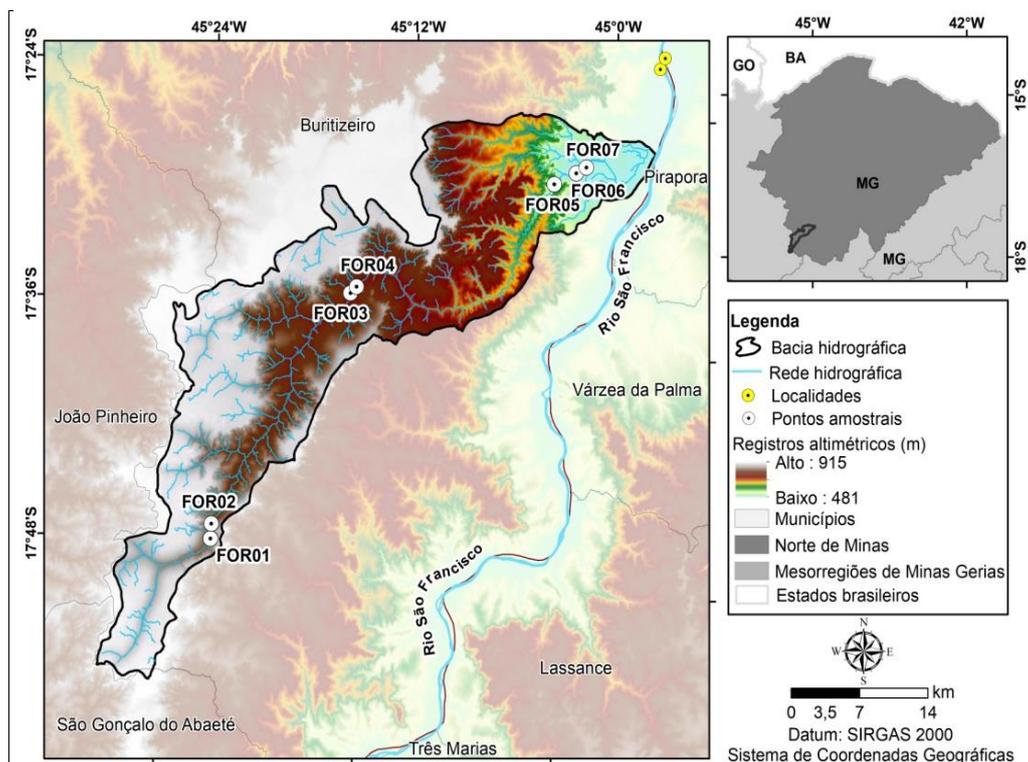


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Formoso em Buritizeiro - MG

Fonte: O autor (2022)

Análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos e do IQA

As metodologias utilizadas para a avaliação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos foram baseadas nos procedimentos apresentados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017), da *United States of Environment Protection Agency* (USEPA) e, em algumas análises, associadas aos procedimentos dos fabricantes dos produtos (Tabela 1).

Tabela 2: Parâmetros analisados para a água do rio Formoso com as unidades de medida, métodos analíticos e limites de quantificação.

Parâmetro	Unidade	Método analítico	Limite de quantificação
<i>Escherichia Coli</i> (<i>E. Coli</i>)	NMP 100 mL ⁻¹	AWWA 9223 B	1,8
Oxigênio dissolvido (OD)	mg L ⁻¹	HACH 8166 / HACH 10360	0,3/0,1
pH	-	AWWA 4500-H ⁺ B	0,1
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	mg L ⁻¹	AWWA 5210	0,0
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg L ⁻¹	HACH 10020	0,2
Fosfato total (PO ₄ ³⁻)	mg L ⁻¹	HACH 8190	0,06
Temperatura (T)	°C	AWWA 2550-B	0 – 50°
Turbidez (Tur)	UNT	AWWA 2130-B	1,0
Sólidos Totais (ST)	mg L ⁻¹	AWWA 2540-B	2,0

Os métodos analíticos da HACH são adaptações da *American Water Works Association* (AWWA) e aceitas pela USEPA. O cálculo do IQA é feito pela Equação 1, utilizando os resultados das variáveis da Tabela 1. A Tabela 3 mostra os pesos destes parâmetros no IQA.

Equação 1. Equação para o cálculo do IQA

$$IQA = \prod_{i=1}^9 qi^{wi}$$

Tabela 3: Variáveis usadas para o cálculo do IQA e os seus respectivos pesos

Parâmetro	Peso (w_i)
Oxigênio dissolvido	0,17
<i>Escherichia Coli</i>	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio	0,10
Nitrato	0,10
Fosfato total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08

Fonte: IGAM (2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise descritiva dos parâmetros e comparação à Deliberação Normativa nº 08/2022

Na Tabela 4 são apresentados os valores dos parâmetros analisados da água coletada em todas as estações de amostragem, FOR01 a FOR07, nos períodos de chuva e de seca. Nesta etapa, os resultados foram comparados à legislação. Cabe ressaltar, ainda, que foi analisado o comportamento das variáveis que têm maior peso sobre a qualidade da água.

Tabela 4: Medidas descritivas dos parâmetros analisados no período chuvoso e seco

Parâmetros	Chuvoso			Seco		
	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)
Temperatura	26,0 ^a	1,64	1,94	21,1 ^b	2,61	2,93
OD	6,85 ^b	1,70	2,30	9,05 ^a	1,31	1,80
<i>E. Coli</i>	$3,02 \times 10^{2a}$	546,29	164,95	$2,76 \times 10^{2b}$	66,04	10,83
pH	5,76 ^a	0,80	1,53	5,94 ^a	0,72	1,18
DBO _{5,20}	1,21 ^b	2,72	0,00	6,55 ^a	5,48	10,20
NO ₃ ⁻	0,56 ^a	0,43	0,20	0,43 ^b	0,25	0,20
PT	0,07 ^a	0,09	0,06	0,13 ^a	0,79	0,10
Turbidez	19,29 ^a	43,17	7,58	3,05 ^b	0,98	0,97
ST	25,0238 ^a	45,62	32,13	17,3810 ^a	8,88	9,67

DP (Desvio Padrão), CV (Coeficiente de Variação)

a, b: Letras minúsculas indicam diferença estatística pelo teste *Tukey* ($p < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

A presença da bactéria *Escherichia Coli* foi detectada nas análises de ambos os períodos, mas com diferenças entre si. A maior densidade bacteriana foi obtida na estação chuvosa com $3,02 \times 10^2$ NMP 100 mL⁻¹, enquanto na estação seca foi de $2,76 \times 10^2$ NMP 100 mL⁻¹.

O valor encontrado para a bactéria *E. Coli*, na média, no período chuvoso, apresentou-se dentro do limite da DN COPAM/CERH nº 08/2022 para corpos hídricos doces de classe 2, que estabelece uma densidade máxima de até 1.000 NMP 100 mL⁻¹. Nas amostras do período estival, o valor encontrado se enquadrou na classe 1, que estabelece uma densidade ≥ 200 NMP100 mL⁻¹ (MINAS GERAIS, 2022). Essa condição, de baixa

densidade de *E. Coli*, está associada à inexistência de lançamentos de efluentes domésticos no corpo hídrico. Por outra perspectiva, o aumento do NMP pode estar relacionado ao aporte de forma difusa de sedimentos, sobretudo quando oriundos das áreas de pastagens ou das áreas ripárias do curso hídrico, nas quais os animais são soltos para dessedentação. A Figura 2 apresenta o *boxplot* da densidade de *E. Coli*. no rio Formoso nos dois períodos.

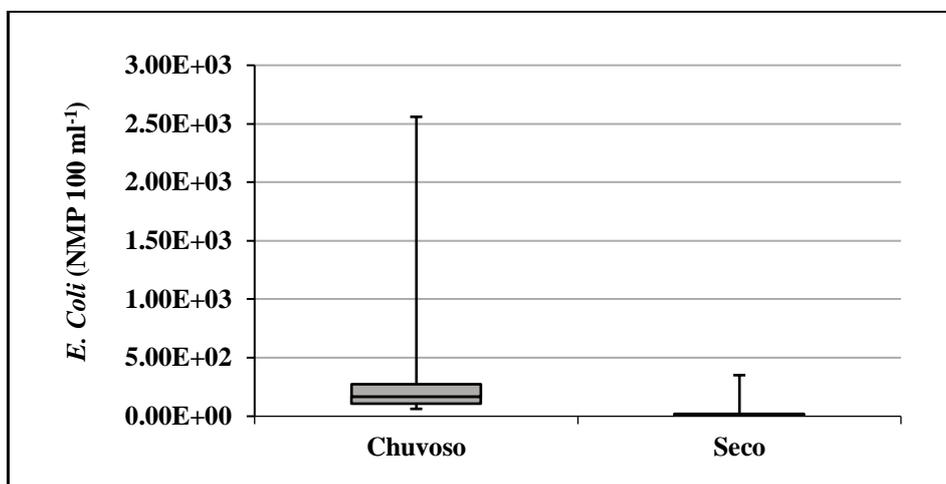


Figura 2: *Boxplot* para o parâmetro *E.Coli* nas estações chuvosa e seca no rio Formoso

Neste sentido, a sazonalidade também foi um fator importante sobre a densidade de *E. Coli* na caracterização da qualidade da água do rio São Francisco, na região do submédio, apresentando valores, mínimo e máximo, de $2,92 \times 10^2$ a $1,60 \times 10^2$ NMP 100 ml⁻¹ e média de 900 NMP 100 ml⁻¹ (BARBOSA; CARVALHO; AMORIM, 2021).

A concentração de OD se apresentou satisfatória nos dois períodos, mostrando, no entanto, diferença estatística entre as diferentes épocas de monitoramento. No período com maior precipitação, sua concentração foi de 6,85 mg L⁻¹ de O₂ e no período seco de 9,05 mg L⁻¹. Com base nestas concentrações, associadas à concentração de cloreto, da temperatura do ar e da água e da altitude, é que se obtém o percentual de saturação (SO%) para o cálculo do IQA, que, no período chuvoso, variou de 79,4 a 88,8% e, no período seco, de 81,2 a 109,5%. Em relação à DN COPAM/CERH n° 08/2022, as concentrações, em ambos os períodos, atenderam aos limites mínimos para águas doces de classe 1, que deve ser o de 6,0 mg L⁻¹.

Para este parâmetro, resultados semelhantes foram encontrados em um estudo que analisou a influência da produção agrícola na qualidade da água em uma bacia de mesoescala, no Cerrado de Mato Grosso, Brasil. Diferentes concentrações de OD foram obtidas entre as estações chuvosa e seca, com valores maiores que 6,0 mg L⁻¹ e inferiores a 5,0 mg L⁻¹, respectivamente (HUNKE *et al.*, 2015). Com relação ao rio Formoso, por ser um corpo d'água predominante rural, não há fatores que interfiram significativamente no balanço de OD, como grandes cargas de matéria orgânica proveniente de efluentes domésticos. Desta forma, o curso d'água, durante o período de estudo, manteve valores de oxigênio dissolvido satisfatórios.

No que se refere aos parâmetros indicativos de enriquecimento orgânico, NO₃⁻, DBO e PT, as concentrações se apresentaram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Com relação ao NO₃⁻, observou-se diferenças entre as estações chuvosa e seca, com valores de 0,56 e 0,43 mg L⁻¹. Acerca deste parâmetro, foi observado que os valores nos dois períodos se mostraram abaixo do valor máximo estabelecido pela DN COPAM/CERH n° 08/2022 para corpos hídricos de classe 1, de até 10 mg L⁻¹. Esses valores indicaram que o corpo hídrico possui alguma poluição residual relacionada à lixiviação difusa, especialmente no período chuvoso, dos íons NH₄⁺ (N-amônio) que são oxidados na água, ou na sua forma já nitrificada. Ambas as formas podem oriundas da matéria orgânica autóctone ou de fertilizantes aplicados nos cultivos agrícolas e florestais.

Os resultados obtidos se aproximaram do trabalho que investigou o efeito da conversão de pastagens pouco manejadas para cultivos agrícolas intensivos na qualidade da água em duas bacias agrícolas de cabeceirana região sudeste do Brasil. A água apresentou maiores níveis de NO_3^- com o cultivo intensivo de cana-de-açúcar, tendo concentrações de 0,38 e 0,50 mg L^{-1} , respectivamente, nos períodos seco e chuvoso (TANIWAKI *et al.*, 2017).

Os dados de DBO também mostraram diferenças significativas entre as épocas chuvosa e seca, sendo maior no período seco com 6,55 mg L^{-1} de O_2 . No período chuvoso, a demanda foi de 1,21 mg L^{-1} de O_2 (Figura 3). Quanto ao enquadramento destes valores nos padrões da Deliberação Normativa, a DBO obtida no período chuvoso atendeu ao padrão para corpos hídricos da classe 1 ($\leq 3,0 \text{ mg L}^{-1}$ de O_2). De maneira oposta, no período seco, a DBO atendeu apenas ao limite para cursos d'água da classe 3 que deve ser, no máximo, 10 mg L^{-1} de O_2 (MINAS GERAIS, 2022).

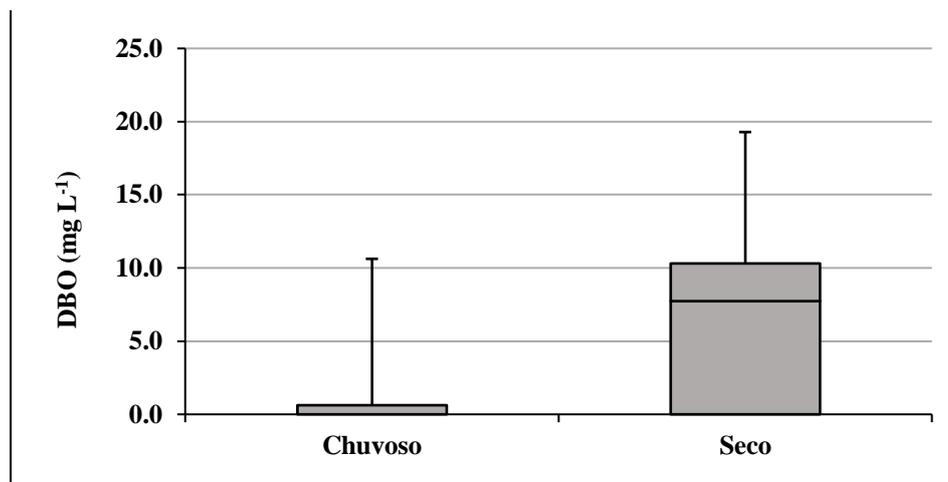


Figura 3: Boxplot para o parâmetro DBO nas estações chuvosa e seca no rio Formoso

A maior DBO exercida no período seco pode estar atrelada à redução do volume da água do rio e à presença da matéria orgânica remanescente (DBO remanescente) do período chuvoso. Com a redução do volume de água, a vazão do corpo hídrico também diminuiu tornando o escoamento mais lento e, conseqüentemente, reduzindo sua diluição. Além disso, a redução da profundidade da massa líquida de água pode ter contribuído para a solubilização do oxigênio que fica disponível às bactérias decompositoras realizar a estabilização dessa matéria orgânica.

Quanto aos níveis de PT, os resultados nos períodos de chuva e seca mostraram-se próximos entre si, com valores de 0,07 e 0,13 mg L^{-1} PT. Na análise de fósforo total, os níveis médios obtidos para amostras de todas as estações de amostragem estão abaixo dos padrões das classes 1 da DN COPAM/CERH n° 08/2022, cuja concentração máxima deve ser $\leq 0,1 \text{ mg L}^{-1}$ (MINAS GERAIS, 2022). Isso mostra que não houve alterações na concentração de PT no rio Formoso mesmo no período chuvoso, quando se tem aumento do escoamento superficial e sub-superficial com a conseqüente lixiviação.

Os níveis de PT obtidos no presente estudo foram menores do que aqueles encontrados por Ramalho *et al.*, (2022), ao analisarem a qualidade água do Córrego Matriz, Cachoeira-Alta, Goiás, sob variações espaciais e temporais. A bacia estudada pelos autores é ocupada em maior parte por pastagem e os resultados encontrados para os níveis de fósforo foram insatisfatórios no período chuvoso, em relação à Resolução CONAMA 357/2005. Na última campanha do período, em março, sua concentração foi de 4,28 mg L^{-1} .

Diante deste cenário, observa-se que a variação temporal foi um fator determinante nos resultados dos parâmetros. Salienta-se que não foi estabelecido um percentual de violação dos parâmetros, pois, como mencionado anteriormente, o curso hídrico não possui enquadramento.

Índice de Qualidade da Água

Com relação ao IQA no monitoramento da qualidade da água do rio Formoso, observou-se, no período chuvoso, que a classificação boa (IQA Bom) foi obtida em 24 estações de amostragem. Em seguida foi analisado que a água com melhor qualidade (IQA Excelente) foi encontrada em dois pontos. Água com qualidade satisfatória (IQA Médio) foi avaliada em duas estações e, em condições ruim e muito ruim (IQA Ruim e IQA Muito Ruim), não tiveram pontos de amostragem enquadrados.

No período seco, também houve predomínio da classificação boa (IQA bom) obtida em 19 estações de amostragem. Já a água com melhor qualidade (IQA Excelente), em relação ao período chuvoso, foi analisada em seis pontos de amostragem. Qualidade da água com condição satisfatória (IQA Médio) também foi obtida em duas estações de amostragem e, com características ruim e muito ruim (IQA Ruim e IQA Muito Ruim), também não tiveram enquadramento de estações amostrais. A Figura 4 mostra o número de estações distribuídas por classes de IQA.

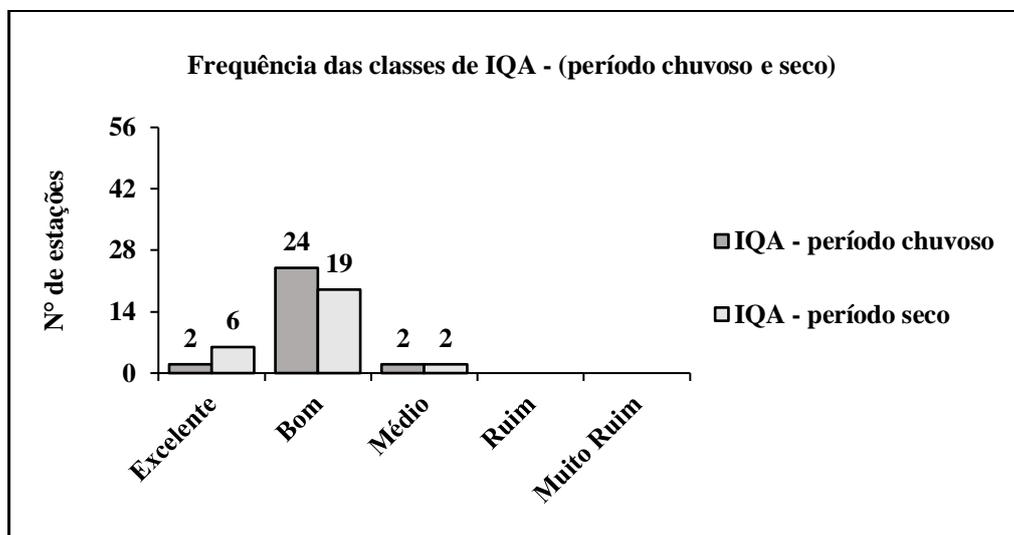


Figura 4: Frequência do IQA por estação de amostragem nos períodos chuvoso e seco (N=55)

As classificações apresentadas na Figura 3 resultaram do IQA calculado, que apresentou índice de 73 no ponto FOR02 e 89 no ponto FOR05, ambos no período chuvoso. No período seco, o IQA também foi de 73 na estação amostral FOR02 e 89 no ponto FOR07 (Figura 5).

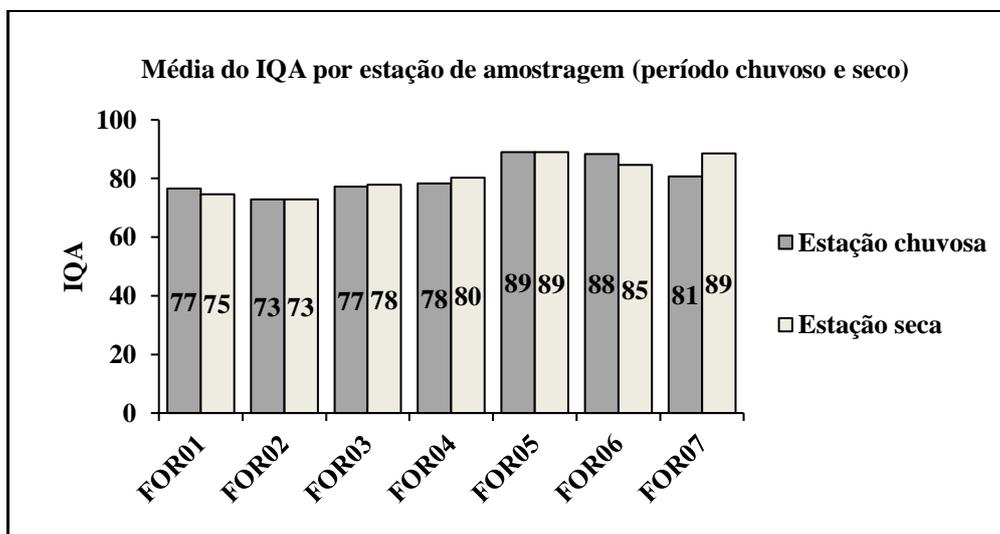


Figura 5: Média do IQA por estação de amostragem no período de chuvoso e seco

Classificações semelhantes foram observadas por Pinto *et al.*, (2009) ao avaliarem o comportamento da qualidade da água do ribeirão Lavrinha, situado na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais. Os IQAs que representaram uma água com melhor qualidade deste curso hídrico foram encontrados nos meses do período seco do ano, sobretudo no mês de julho, variando de 91,72 a 95,52 e agosto, entre 70,60 a 94,78. Por outro lado, no mês de setembro, quando começa a transição da estação seca para a chuvosa, e em janeiro, já no período de chuvas, o IQA variou de 56,97 a 72,42, enquadrando-se em níveis médio ao bom de qualidade.

Maior frequência da classificação boa, de acordo com o IQA-CETESB, também foi analisada nos períodos seco e chuvoso nas micro bacias do rio Cabeça e Passa Cinco, em Rio Claro, São Paulo. Em ambos os períodos, o IQA Bom obteve maior incidência de pontos de amostragem, com valores que variaram entre 55 a 77 no rio Cabeça, e de 60 a 76 no rio Passa Cinco. Apesar disso, água com classificação regular também foi encontrada no rio Cabeça, em dezembro/2007, com IQA=50 e no rio Passa Cinco, com IQAs=48 e 46, em dezembro/2007 e fevereiro/2008 (MORAIS; TAUKE-TONISIELO; VENTORINI, 2012).

Além da sazonalidade, outro fator que pode estar associado às diferenças de IQA encontradas entre as estações de amostragem são as formas de uso e ocupação da terra. Desta forma, pode haver relação entre os IQAs encontrados e os pontos amostrais no curso hídrico (Figuras 1 e 3).

De maneira mais específica, presume-se que os IQAs obtidos nos pontos de amostragem FOR01, FOR02, FOR03 e FOR04, localizados na região do alto e médio rio Formoso, foram menores devido às atividades agrícolas desenvolvidas nas regiões próximas (Figura 1). Tais circunstâncias interferiram na qualidade das variáveis (*qi*) utilizadas para o cálculo do índice.

Os pontos de amostragem FOR05, FOR06 e FOR07, que apresentaram os melhores IQAs, estão situados no baixo curso, em uma região mais conservada em relação à região do alto e médio. Este trecho da bacia tem mais áreas com vegetação nativa, caracterizadas por formações florestais e savânicas de Cerrado. Além disso, essa região possui pouca aptidão agrícola, por ter um relevo pouco aplainado, drenagem mais elevada e solos rochosos. No entanto, essas atividades são desenvolvidas em menor escala em sítios e pequenas propriedades rurais.

CONCLUSÕES

Foi observado que houve diferenças significativas na análise das variáveis OD, *E. Coli*, DBO, Turbidez e Sólidos Totais, em razão da sazonalidade. Apesar disso, a água do rio Formoso atendeu, de modo geral, aos requisitos para enquadramento nas classes 1 e 2 da DN nº 08/2022. Apenas a DBO se enquadrou na classe 3.

O IQA calculado para o curso hídrico, em função das variações observadas nos parâmetros, oscilou dentro da classe IQA Bom. Este resultado indica que o rio Formoso ainda se mantém conservado, apesar das atividades agrícolas, pecuárias e florestais que são desenvolvidas na bacia. Essas atividades são responsáveis apenas pela poluição difusa que, geralmente, tem menos carga de poluente.

As características ambientais da região do baixo rio Formoso, com vegetação nativa mais conservada e a baixa aptidão para atividades agropecuárias de maior escala, contribuíram para a manutenção de água de boa qualidade e resultaram, conseqüentemente, em um IQA mais elevado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABERA, S.; ZEYINUDINI, A.; KEBEDE, B.; DERIBEW, A.; SOLOMON, A.; ZEMENEL, E. Bacteriological analysis of drinking water sources, v. 5, p. 2638-2641, 2011.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Indicadores de qualidade - Índice de qualidade das águas (IQA). Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/avaliacao.aspx>>. Acesso em 11 abr. 2023.
3. American Public Health Association (APHA); American Water Works Association (AWWA); Water Environment Federation (WEF). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23. ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2017. 1268p.

4. BARBOSA, P. S.; CARVALHO, P. G. S.; AMORIM, M. C. C. Qualidade da água em parte da região do Submédio São Francisco devido à sazonalidade e uso e ocupação do solo, 2022, *International Journal of River Basin Management*. DOI: 10.1080/15715124.2022.2068560.
5. BU, H.; MENG, W.; ZHANG, Y.; WAN, J. Relationship between land use patterns and water quality in Taizi River basin, China. *Ecological Indicators*, v. 41, p. 187-197, 2014.
6. BRASIL. Lei nº9.433 de 08 de janeiro de 1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, xx, sss. 1997.
7. BRASIL. Resolução CONAMA 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. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 18 mai. 2005.
8. DUTTA, S.; DWIVEDI, A.; SURESH KUMAR, M. Use of water quality index and multivariate statistical techniques for the assessment of spatial variations in water quality of a small river. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 718, p. 2-17, 2018.
9. PINTO, D. B. F.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande - MG, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p. 1145-1152, 2009.
10. GLORIA, L. P.; HORN, B. C.; HILGEMANN, M. Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do índice de qualidade da água - IQA. *Revista Caderno Pedagógico*, v. 14, n. 1, p. 103-119, p. 2017.
11. IGAM. Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais – 2019-2022. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de gestão das Águas, 149 p., 2022.
12. HUNKE, P.; ROLLER, R.; ZEILHOFER, P.; SCHRODER, B.; MUELLER, E. N. Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil. *Geoderma Regional*, v. 4, p. 31-43, 2015.
13. LIU, J.; SHEN, Z.; CHEN, L. Assessing how spatial variation of land use pattern affect water quality across a typical urbanized watershed in Beijing, China. *Landscape and Urban Planning*, v. 176, p. 51-63, 2018.
14. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa nº 21 de novembro de 2022. 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. *Diário do Executivo de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG*, 02dez. 2022.
15. MORAIS, E. B.; TAUKE-TORNISIELO, S. M.; VENTORINI, S. E. Impactos das atividades agropecuárias na qualidade das águas do rio cabeça, na bacia do rio Corumbataí, SP. *Holos Environment*, v. 12, p. 45-57, 2012.
16. MUNIZ, J. N.; DUARTE, K. G.; BRAGA, F. H. R.; NEURIANE, S. L.; SILVA, D. F.; FIRMO, C. A. W.; BATISTA, M. R. V.; SILVA, F. M. A. M.; MIRANDA, R. C. M.; SILVA, M. R. Limnological Quality: Seasonality Assessment and Potential for Contamination of the Pindaré River Watershed, Pre-Amazon Region, Brazil. *Water*, v. 12, p. 851-864, 2020.
17. NOORI, R.; BERNDTSSON, R.; HOSSEINZADEH, M.; ADAMOWSKI, J. F. A critical review on the application of the National Sanitation Foundation Water Quality Index. *Environmental Pollution*, v. 244, p. 575-587, 2019.
18. RAMALHO, F. L.; CABRAL, J. B. P.; ALVES, W. S.; BARCELOS, A. A.; SANTOS, F. F.; PAULINO, A. T. Spatial and Temporal Evaluation of Water Streams Using Quality Indexes: A case study. *Water*, v. 14, p. 2-17, 2022.
19. TANIWAKI, R. H.; CASSIANO, C. C.; FILOSO, S.; FERRAZ, S. F. B.; CAMARGO, P. B.; MARTINELLI, L. A. Impacts of converting low-intensity pastureland to high-intensity bioenergy cropland on the water quality of tropical streams in Brazil. *Science of The Total Environment*, v. 584-585, p. 339-347, 2017.