

**Caracterização da qualidade da água dos afluentes do Córrego Macuco, distrito de
Ipoema, Itabira (MG)**
**Characterization of the quality of the water of the affluents of Macuco Stream, district
of Ipoema, Itabira (MG)**

Romilda Pinho Santos Ferreira

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: romildasantos@oi.com.br

Juni Cordeiro

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: juni.cordeiro@funcesi.br

Tárik Silveira Cordeiro

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: tarik.cordeiro@globo.com

Ellen Dayane Vieira

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: ellendayane.vieira@gmail.com

José Luiz Cordeiro

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: jluiz.cordeiro@funcesi.br

Shirlei Luana Chaves e Sousa Pereira

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: shirlei.pereira@funcesi.br

Recebido: 20/12/2017 – Aceito: 26/12/2017

Resumo

O distrito de Ipoema, Itabira (MG), corresponde a um destino de ecoturismo devido aos seus atrativos naturais, representados por diversas cachoeiras e o Parque Estadual Mata do Limoeiro. Assim, este trabalho visou avaliar a qualidade da água, por meio de índices, dos afluentes do Córrego Macuco, curso hídrico que compõe as cachoeiras do Paredão e Derrubado, localizadas no Parque Estadual Mata do Limoeiro. A amostra utilizada nessa pesquisa correspondeu a sete pontos amostrados ao longo do Córrego do Macuco e seus tributários entre os meses de maio a agosto de 2017. Com relação aos resultados obtidos, o Índice de Qualidade da Água situou-se nas faixas “bom” e “médio”, enquanto o Índice de

Estado Trófico apontou a não eutrofização dos corpos hídricos analisados. Contudo, com relação ao Índice de Balneabilidade, os pontos de amostragem situados à montante do Parque Estadual Mata do Limoeiro e na Cachoeira Alta, apresentaram concentração elevada de *Escherichia coli*, não se enquadrando nos limites preconizados pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274/2000. Os resultados obtidos podem estar associados ao uso e ocupação do solo como área de pastagem na região, dada a possibilidade de acesso de animais a estes locais. Assim, recomenda-se que sejam desenvolvidos trabalhos de educação ambiental com a população local visando conscientizá-los sobre a importância da preservação dos recursos naturais a fim de manter o equilíbrio do ecossistema aquático.

Palavras-chave: Atrativos turísticos naturais; Balneabilidade; Índice de Qualidade da Água; Parque Estadual Mata do Limoeiro.

Abstract

The district of Ipoema, Itabira (MG), corresponds to an ecotourism destination due to its natural attractions, represented by several waterfalls and the Mata do Limoeiro State Park. Thus, this work aimed to evaluate the water quality, through indexes, of the Macuco Stream tributaries, a water course that makes up Paredão and Derrubado waterfalls, located in the Mata do Limoeiro State Park. The sample used in this research corresponded to seven points sampled along the Macuco Stream and its tributaries between May and August 2017. Regarding the results obtained, the Water Quality Index was in the "good" and "Medium", while the Trophic State Index pointed to the non-eutrophication of the water bodies analyzed. However, in relation to the Balneability Index, the sampling points located upstream of Mata do Limoeiro State Park and Alta Waterfall showed a high concentration of *Escherichia coli*, not within the limits recommended by the Resolution of the National Environmental Council nº 274/2000. The results obtained may be associated to the use and occupation of the soil as pasture area in the region, given the possibility of access of animals to these sites. Thus, it is recommended that environmental education be developed with the local population to raise awareness about the importance of preserving natural resources in order to maintain the balance of the aquatic ecosystem.

Keywords: Natural attractions; Balneability; Water Quality Index; Mata do Limoeiro State Park.

1. Introdução

A água é um recurso natural indispensável à todas as atividades humanas, entretanto, a sua qualidade é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, sendo, dessa forma, função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2005). Neste sentido, as alterações na qualidade da água em um corpo hídrico podem ser determinadas pelas suas características físicas, químicas e biológicas, as quais possibilitam a identificação dos níveis de degradação (PIVELI; KATO, 2006).

O uso das águas para atividades turísticas depende de boas condições ambientais para o seu desenvolvimento, possibilitando a geração de emprego e renda para as comunidades locais. Dessa forma, faz-se necessário o monitoramento desse recurso, principalmente daqueles utilizados para recreação de contato primário, com permanência direta e prolongada, visando assegurar o bem-estar e a saúde dos moradores e turistas.

Localizado no distrito de Ipoema, Itabira (MG), o Parque Estadual Mata do Limoeiro (PEML) possui um elevado número de espécies, sendo considerada uma Área de Importância Biológica Especial e Área Prioritária para a conservação de mamíferos, aves, anfíbios, répteis, dentre outros. Por sua vez, o Córrego Macuco compõe a paisagem rural de Ipoema, formando as cachoeiras do Paredão e do Derrubado situadas no PEML.

Contudo, apesar do seu potencial turístico, pesquisas realizadas por Brandão (2016) e Brandão *et al.* (2017) na região das cachoeiras Alta e do Patrocínio Amaro, situadas nas proximidades desse parque, indicam a necessidade de monitoramento contínuo dos recursos hídricos utilizados para a recreação, uma vez que o desenvolvimento de atividades antrópicas, como por exemplo, a pecuária, contribui para a degradação dos corpos hídricos, afetando a sua balneabilidade.

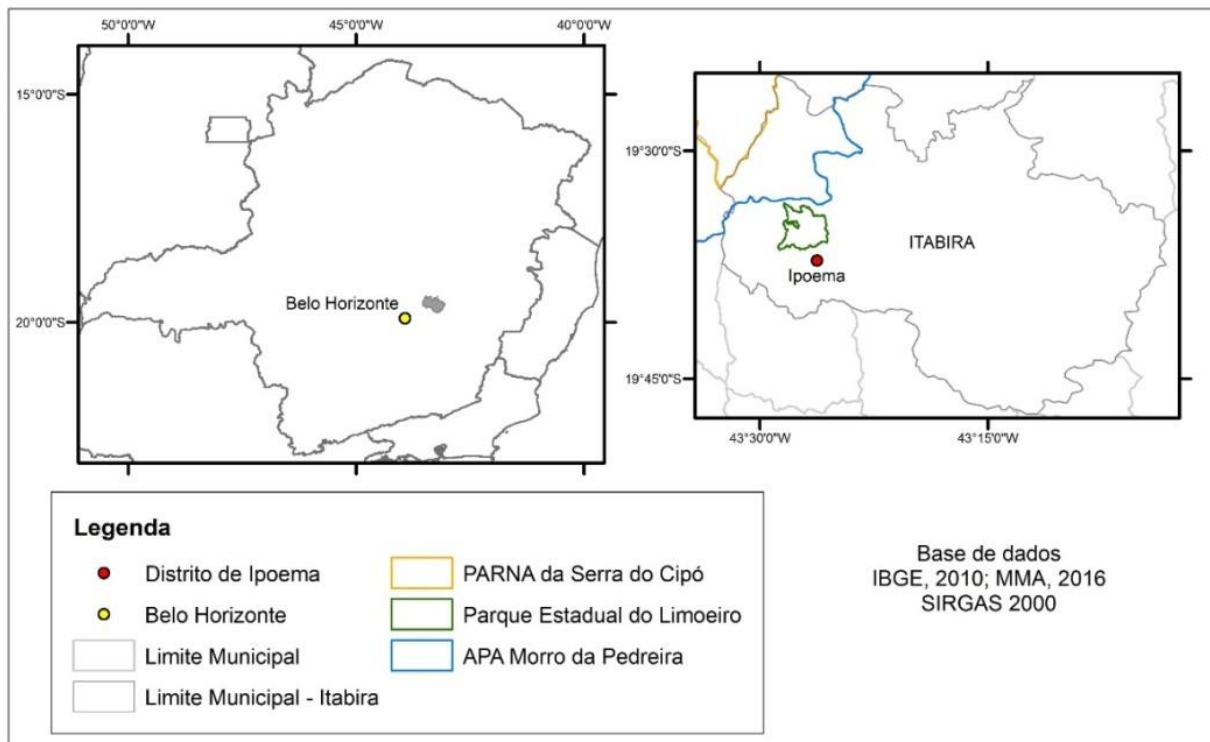
Dessa forma este trabalho objetivou caracterizar, por meio de índices, a qualidade da água dos afluentes do Córrego Macuco, curso hídrico que compõe as cachoeiras do Paredão e Derrubado, localizadas no Parque Estadual Mata do Limoeiro, visando contribuir para o desenvolvimento do ecoturismo nessa região.

2. O Parque Estadual Mata do Limoeiro

De acordo com o Instituto Estadual de Florestas – IEF (2013), os parques são criados com o intuito de preservar a fauna e flora nativa, especialmente as espécies ameaçadas de extinção, os recursos hídricos (nascentes, rios, cachoeiras), as formações geológicas;

conservar valores culturais, históricos e arqueológicos e promover estudos e pesquisas científicas, educação ambiental e turismo ecológico. Assim, o PEML (Figura 1) foi criado em março de 2011 por meio do Decreto nº 45.566, possuindo uma área de 2.005,50 hectares (MINAS GERAIS, 2011).

Figura 1 - Localização do distrito de Ipoema no âmbito do município de Itabira (MG) com destaque para as unidades de conservação da região.



Fonte: Modificado de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010); Ministério do Meio Ambiente - MMA (2016).

Além disso, o PEML está situado na porção sul da Serra do Espinhaço, fazendo divisa com a Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira e distando cerca de 7 quilômetros do Parque Nacional (PARNA) da Serra do Cipó, em uma região de transição entre os biomas de Cerrado e Mata Atlântica, o que lhe confere grande diversidade biológica (IEF, 2013).

De acordo com o IEF (2013), na área do parque foram identificadas pelo menos três espécies ameaçadas de extinção como o jacarandá-caviúna, samambaiçu e a braúna-preta. Na área ainda foram observadas espécies raras da fauna como o gambá-de-orelha-branca e o rato-do-mato, espécies presentes somente em áreas de Mata Atlântica.

No entorno do PEML podem ser visitados diversos atrativos turísticos, tais como as cachoeiras Alta, do Patrocínio Amaro e do Boa Vista; a Capela Nosso Senhor do Bonfim localizada no Morro Redondo; e a comunidade da Serra dos Alves (distrito de Senhora do Carmo, Itabira/MG), localizada na APA Morro da Pedreira, conhecida por seus cânions e cachoeiras (IEF, 2013).

Destaca-se que a Cachoeira Alta, caracterizada por uma queda d' água de 97 metros por um paredão rochoso, corresponde a um dos principais atrativos da região, possuindo área de *camping*, banheiros, restaurante e uma casa para alugar (BRANDÃO *et al.*, 2017). No entanto, Brandão (2016), realizou amostragens de água na Cachoeira Alta e à sua jusante, ao longo do Córrego Mata dos Correias, obtendo valores de *Escherichia coli* (*E. coli*) que indicavam que estes locais estavam impróprios para uso de contato primário, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 274/2000.

3. Metodologia

O método de pesquisa utilizado nesta pesquisa foi quanti-qualitativo. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa quantitativa contempla que tudo pode ser quantificável, significando representar na forma de números informações e opiniões para agrupá-las e examiná-las. Por sua vez, a pesquisa qualitativa corresponde àquela que visa entender um determinado fenômeno em profundidade, empregando ao contrário de estatísticas e outras generalizações, interpretações, descrições, comparações e atribuição de significado (BOTELHO; CRUZ, 2013).

A amostra desta pesquisa correspondeu a sete pontos amostrados nos afluentes do Córrego Macuco, representados pelos córregos Cachoeira Alta, Taquaraçu e Mata dos Correias, selecionados de modo intencional, que segundo Prodanov e Freitas (2013) corresponde à amostragem na qual o pesquisador escolhe propositalmente os pontos para representar o universo.

Assim, para avaliar os padrões de qualidade da água ao longo do Córrego Macuco foram coletadas quatro amostras entre os meses de maio e agosto de 2017 em sete pontos (Quadro 1), correspondendo ao Córrego Macuco, sob a Ponte Ramiro Lage (P1); montante do Parque Estadual Mata do Limoeiro (P2); Córrego Taquaraçu (P3); a jusante da confluência dos pontos P6 e P7, correspondendo ao ponto P4; Cachoeira Alta (P5); afluente da margem direita do Córrego Mata dos Correias (P6) e ao Córrego Mata dos Correias (P7).

Destaca-se que o P5, correspondendo à Cachoeira Alta, não foi amostrado no mês

julho de 2017 visto que o local é privativo e o responsável legal não estava na região. Além disso, ressalta-se os pontos P6 e P7 foram acrescentados à pesquisa a partir do mês de junho.

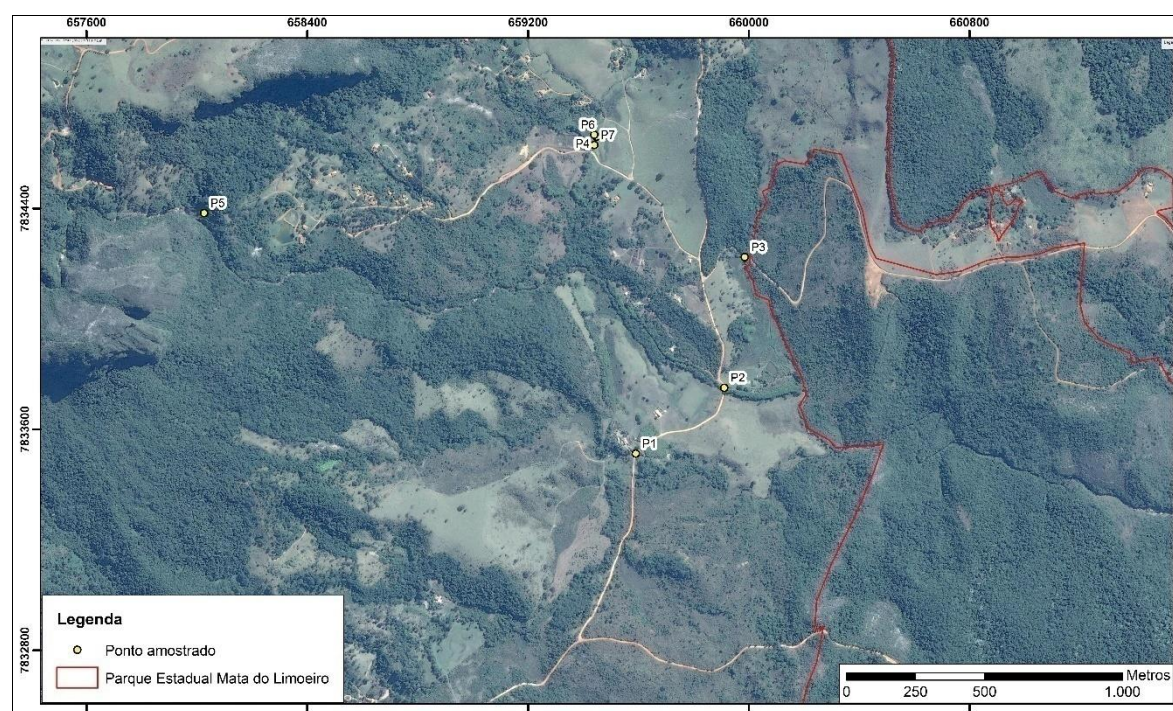
Quadro 1 - Pontos amostrados nos afluentes do Córrego Macuco, Ipoema, Itabira (MG)

Local de amostragem	Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM)		Descrição
	E	N	
P1	659.620	7.833.486	Ponte Ramiro Lage, Córrego Macuco
P2	659.960	7.833.777	Montante do Parque Estadual Mata do Limoeiro
P3	660.031	7.834.263	Córrego Taquaraçu
P4	659.448	7.834.660	Jusante da confluência do afluente da margem direita (P6) e o Córrego Mata dos Correias (P7)
P5	658.026	7.834.383	Cachoeira Alta
P6	659.440	7.834.667	Afluente da margem direita do Córrego Mata dos Correias
P7	659.456	7.834.662	Córrego Mata dos Correias

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A Figura 2 expõe a localização dos pontos amostrados a partir da imagem satélite georreferenciada, da região do Córrego Macuco, Ipoema (MG).

Figura 2 – Localização dos pontos amostrados na região do Córrego Macuco, Ipoema (MG)



Fonte: Modificado de MMA (2016); Google Earth (2017).

Esta pesquisa utilizou como instrumentos para a coleta de dados a análise laboratorial e a observação. A observação, de acordo com Marconi e Lakatos (2003), é uma ferramenta para a coleta de informações que emprega os sentidos para a obtenção de um dado aspecto da realidade, sendo empregada nesta pesquisa para a caracterização dos pontos amostrados, buscando identificar os fatores que poderiam influenciar a qualidade da água do Córrego Macuco.

Para Prodanov e Freitas (2013), a análise laboratorial visa descobrir a ação e a conduta em condições cuidadosamente dispostas e controladas. Desse modo, nesta pesquisa, as amostras de água coletadas nos afluentes do Córrego Macuco foram analisadas quanto à presença de sólidos totais, turbidez, *Escherichia coli*, clorofila-*a*, fósforo total, nitrato e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de acordo com os métodos padronizados e publicados no *Standard Methods for Examination of Water and Waste Water* (APHA, 2012), indicados no Quadro 2. Destaca-se que para avaliação dos parâmetros temperatura, pH e oxigênio dissolvido dos pontos selecionados para este estudo, foi utilizada uma sonda multiparâmetro (modelo Hach DR2800).

Quadro 2 - Métodos padronizados para as análises de qualidade da água das amostras coletadas nos tributários do Córrego Macuco, região de Ipoema, Itabira (MG).

Análises	Métodos
Sólidos totais	2540 B, D, E
Turbidez	2130 B
<i>Escherichia coli</i>	9221 F
Fósforo total	4500-P C
Clorofila- <i>a</i>	10200 H
Nitrato	4500 – NO ₃ ⁻ B
DBO	2350 B

Fonte: Modificado de APHA (2012).

Os dados obtidos foram tratados por meio da estatística descritiva e análise de conteúdo. Segundo Moraes (1999), a análise de conteúdo corresponde a uma metodologia de pesquisa utilizada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Por sua vez, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), na estatística descritiva os dados obtidos são representados em uma tabulação simples, sendo apresentados na forma de tabelas e gráficos, que facilitam a compreensão e interpretação das informações.

Assim, nesta pesquisa, a estatística descritiva foi utilizada para interpretar e descrever a qualidade da água nos pontos amostrados, enquanto a análise de conteúdo foi empregada para analisar os fatores que poderiam influenciar na qualidade da água. Faz-se importante salientar que os resultados obtidos quanto aos parâmetros de qualidade da água foram comparados aos limites estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta (DN) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) nº 01/2008 (MINAS GERAIS, 2008).

4. Resultados e discussão

De acordo com a Agência Nacional das Águas - ANA (2016), o enquadramento de corpos d'água determina o nível de qualidade da água que deve ser alcançado ou mantido ao longo do tempo, podendo ser, desta forma, compreendido como um instrumento de planejamento.

A Resolução CONAMA nº 357, de março de 2005, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais no território nacional (BRASIL, 2005). Em Minas Gerais, a classificação dos corpos d'água é realizada através da DN COPAM/CERH/MG nº 01/2008 que dispõe acerca da classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o enquadramento destes, bem como estabelece as condições, limites e padrões de lançamento de efluentes, dentre outras providências (MINAS GERAIS, 2008).

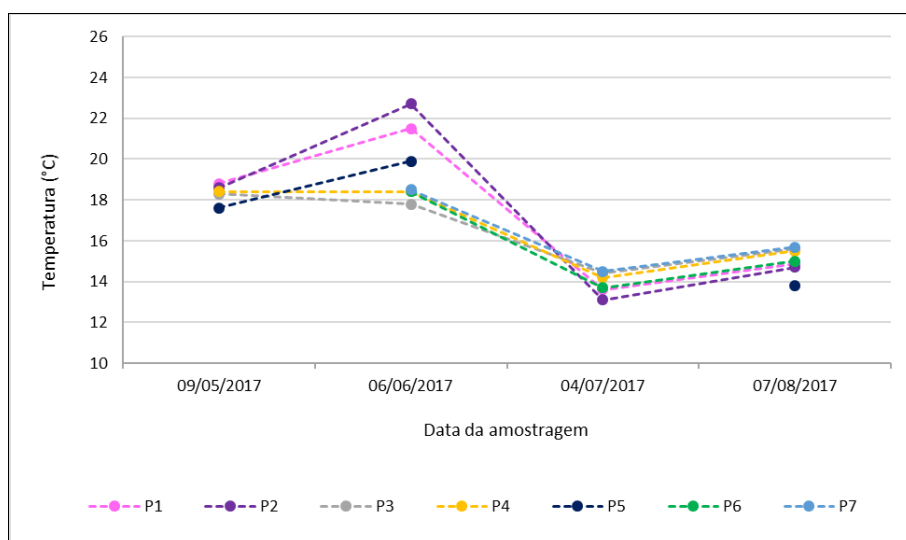
O Córrego do Macuco não possui enquadramento definido pelo Estado, portanto, as amostras analisadas neste estudo foram enquadradas de acordo com o artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357/2005 como água doce de classe 2. Segundo a DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008, as águas doces de classe 2 são usualmente empregadas para consumo humano após tratamento convencional; à proteção de comunidades aquáticas, à irrigação, à aquicultura e atividades de pesca e recreação de contato primário (MINAS GERAIS, 2008).

Assim, com relação aos parâmetros de qualidade da água analisados, destaca-se que a temperatura é um indicador ambiental importante em diversos estudos relacionados ao monitoramento da qualidade de águas, exercendo influência sobre os parâmetros físico-químicos e influenciando a solubilidade de compostos e a viscosidade da água (PERCEBON *et al.*, 2005). Ressalta-se que a Resolução CONAMA nº 357/2005 e a DN COPAM-CERH nº 01/2008 não estabelecem limites máximos e mínimos para a temperatura nos corpos hídricos.

Entretanto, valores elevados ou mesmo muito baixos podem interferir na dinâmica desses, bem como podem causar impactos ambientais aquáticos, gerando a morte de peixes e afetando o metabolismo dos organismos presentes (MINAS GERAIS, 2008). Além disso, a elevação na temperatura provoca o aumento da velocidade das reações físicas, químicas e biológicas, podendo elevar a taxa de transferência dos gases, o que pode acarretar na liberação de odores desagradáveis, caso o nível de poluição seja elevado (PIVELI; KATO, 2006).

Considerando a temperatura, o Gráfico 1 evidencia que as amostras coletadas apresentaram variação entre 13,1°C, observada no mês de julho no P2 e 22,7°C, obtida em junho também neste ponto. Observa-se uma variação média de 9,6°C entre as coletas realizadas, que pode ser associada às variações sazonais, já que as alterações da temperatura das águas naturais resultam, sobretudo, da radiação e insolação. Ademais, conforme Libânio (2008), estes valores de temperatura são comuns em águas brutas em países de clima tropical.

Gráfico 1 - Variação da temperatura das amostras de água coletadas no Córrego Macuco e seus tributários, região de Ipoema, Itabira (MG), entre os meses de maio a agosto de 2017.

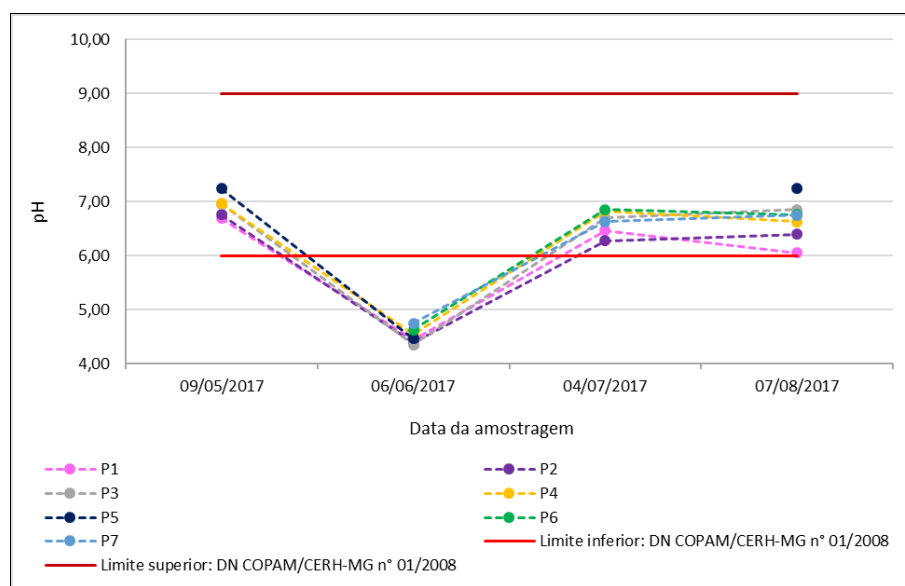


Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O pH é um parâmetro de fundamental importância para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, possuindo implicação direta sobre a fisiologia das diversas espécies e apresentando resultado relevante sobre os índices de qualidade de águas (PIVELI; KATO, 2006). Ressalta-se que as águas naturais de superfície apresentam pH variando de 6,0 a 8,5, intervalo apropriado para a manutenção da vida aquática (LIBÂNIO, 2008).

Dessa forma, com relação aos valores de pH das amostras analisadas, representados no Gráfico 2, nota-se que o menor valor obtido (4,35) corresponde ao P3, em amostra coletada no mês de junho de 2017, contudo, destaca-se que todas as amostras coletadas neste mês apresentaram pH inferior a 6, não atendendo desta forma ao limite preconizado pela DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008, que aponta para um pH entre 6 e 9 (MINAS GERAIS, 2008). Já o maior valor de pH (7,25), associado à amostra coletada no P5 (mês de agosto) atende aos limites determinados pela DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

Gráfico 2 - Variação do pH nos pontos de amostragem coletadas no Córrego do Macuco e seus tributários, na região de Ipoema, Itabira (MG).



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

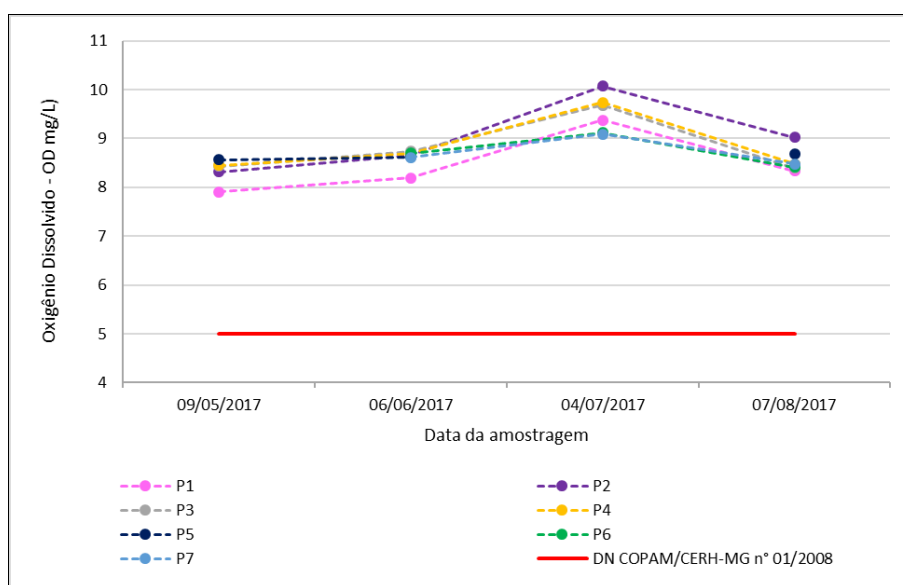
De maneira geral, na ausência de lançamento de efluentes, a variação de pH pode ser associada à presença de ácidos fúlvicos e húmicos, pela decomposição de folhas e galhos, os quais contribuem para um baixo pH, tornando a água mais ácida (LIBÂNIO, 2008).

O oxigênio dissolvido (OD) é um elemento fundamental no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas naturais, correspondendo também a um parâmetro fundamental para a autodepuração natural das águas (PIVELI; KATO, 2006). Salienta-se que a DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008 estabelece que o valor de OD para águas doces em curso hídrico de classe 2 deve ser superior a 5,0 mg/L (MINAS GERAIS, 2008).

Dessa forma, os valores de oxigênio dissolvido (Graf. 3) encontrados em todas as amostras analisadas são superiores a 5mg/L, sendo que o valor mais baixo atingiu 7,91 mg/L

no P1 obtido no mês de maio e o valor mais alto correspondeu a 10,07 mg/L obtido no P2 em julho. De acordo com Piveli e Kato (2006), o parâmetro OD pode estar associado às características hidráulicas do curso hídrico, sendo proporcional à sua velocidade.

Gráfico 3 - Concentração de oxigênio dissolvido nas amostras de água coletadas no Córrego Macuco e seus tributários, Ipoema, Itabira (MG).

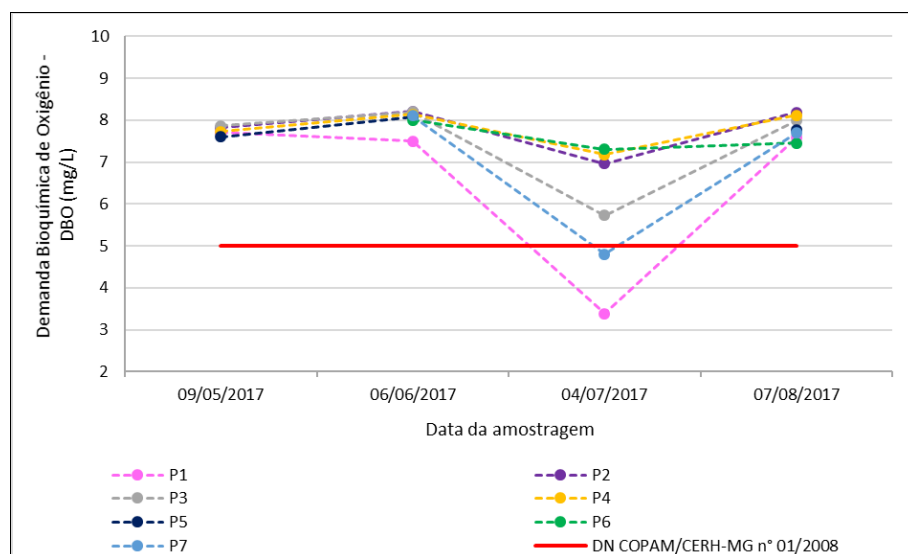


Fonte: Dados da pesquisa (2017).

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) é um parâmetro de qualidade da água que pode contribuir para a interpretação da concentração de oxigênio dissolvido no curso hídrico. De acordo com Libânio (2008), a decomposição biológica tem um papel essencial na natureza: degradar a matéria orgânica estabilizando seus elementos no meio.

Nota-se no Gráfico 4 que quase todos os resultados analisados para a DBO_5 , obtiveram valores superiores ao limite máximo permitido ($<5\text{mg/L}$) pela DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008, sendo que somente o P1 registrou um valor abaixo desse limite, correspondendo a $3,39\text{ mg/L}$. Nota-se que nos demais pontos houve um aumento nas concentrações de DBO_5 , que pode estar relacionado ao período seco, que diminui o fluxo do rio, provocando um aumento de matéria orgânica disponível no curso d'água, que por sua vez eleva as temperaturas e acelera o processo de decomposição. Conforme von Sperling (2005), a decomposição da matéria orgânica está diretamente relacionada com a temperatura, pois em temperaturas mais altas a decomposição é mais rápida.

Gráfico 4 - Variações da DBO₅ nas amostras de água coletadas no Córrego do Macuco e seus tributários, Ipoema, Itabira (MG).



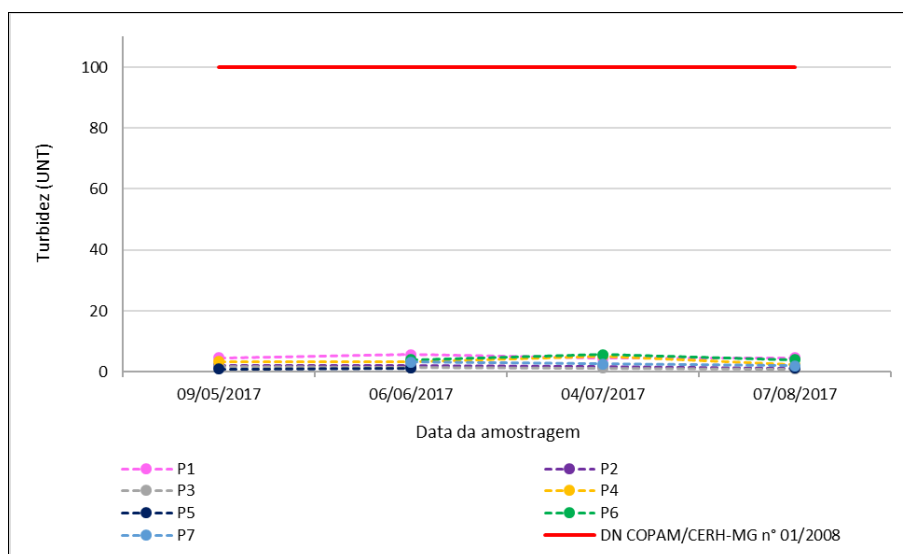
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

A turbidez está relacionada com o grau de interferência da passagem de luz através da água, conferindo a esta uma aparência turva (VON SPERLING, 2005). Ainda de acordo com esse mesmo autor, a concentração de partículas sólidas em suspensão, tais como matérias orgânicas, inorgânicas e microrganismos é esteticamente desagradável.

Os valores de turbidez obtidos nas amostras coletadas, exibidos no Gráfico 5, mostram que todos os resultados se encontram dentro do limite permissível, já que estes não ultrapassaram o valor máximo de 100 NTU determinado pela DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008. Contudo ressalta-se que as amostragens foram realizadas no período de estiagem, para confirmar esse parâmetro recomenda-se a ampliação do período amostrado, abarcando as estações climáticas de maior pluviosidade.

Conforme von Sperling (2008), o nitrogênio influencia os processos biogeoquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implicando no consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar a vida aquática. Além disso, de acordo com Libânio (2008), o nitrogênio associado ao fósforo, constitui nutriente fundamental ao crescimento de algas e plantas aquáticas, que são assimilados nas formas de amônio e nitrato. Ainda para esse mesmo autor, o nitrogênio apresenta expressiva origem antrópica, decorrente do lançamento de despejos domésticos, indústrias e criatórios de animais, assim como de fertilizantes usados em solos agricultáveis, passíveis de serem carregados pelas chuvas.

Gráfico 5 - Variações da turbidez nas amostras de água coletadas no Córrego Macuco e seus tributários, Ipoema, Itabira (MG).



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O Quadro 3 mostra os valores obtidos para o nitrato nas amostras coletadas, sendo possível verificar que todas amostras analisadas apresentaram valores inferiores àqueles estabelecidos pela DN COPAM/CERH-MG n° 01/2008, que determina valor máximo de 10mg/L.

Quadro 3 - Variações de nitrato nas amostras de água coletadas no Córrego Macuco e seus tributários, Ipoema, Itabira (MG).

Nitrato (mg/L)				
Pontos	Mai 2017	Junho 2017	Julho 2017	Agosto 2017
P1	0,10	0,03	0,04	0,04
P2	0,05	0,02	0,01	0,01
P3	0,04	0,01	0,04	0,01
P4	0,06	0,03	0,03	0,01
P5	0,09	0,01	-	0,01
P6	-	0,01	0,04	0,02
P7	-	0,00	0,00	0,00

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O fósforo total é um importante fator limitante ao desenvolvimento de algas e plantas no meio aquático, ocorrendo nas formas de ortofosfatos, polifosfato e fósforo orgânico, e

sendo originado da decomposição da matéria orgânica e dissolução de compostos presentes no solo (LIBÂNIO, 2008).

De acordo com von Sperling (2008), o fósforo total, é um importante nutriente para o crescimento de algas, porém o excesso favorece o crescimento destas, causando, quando em elevadas concentrações, a eutrofização de lagos e represas.

Dessa forma, o Quadro 4 representa as variações do fósforo total obtidos nas amostras de água coletadas. Nota-se que os resultados obtidos em quase todas as amostras coletadas foram 0mg/L, com exceção dos pontos P1 (mês de maio/2017), P5 (mês de maio/2017) e P6 (meses de junho e agosto de 2017), que apresentaram valores entre 0,01mg/L e 0,05mg/L. Contudo, esses valores atendem ao limite de 0,1 mg/L estabelecido pela DN COPAM-CERH nº 01/2008 para águas com movimentos lóticos e tributários intermediários.

Quadro 4 - Variações de fósforo nas amostras de água coletadas no Córrego Macuco e seus tributários, Ipoema, Itabira (MG).

Pontos	Fósforo total (mg/L)			
	Maio 2017	Junho 2017	Julho 2017	Agosto 2017
P1	0,05	0,00	0,00	0,00
P2	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	0,00	0,00	0,00	0,00
P4	0,00	0,00	0,00	0,00
P5	0,03	0,00	-	0,00
P6	-	0,04	0,00	0,01
P7	-	0,00	0,00	0,00

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

A clorofila-*a* indica o grau de desenvolvimento e crescimento das algas, que dependem diretamente da concentração de nutrientes disponíveis nos corpos hídricos e das variações sazonais (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM, 2017). Os resultados de clorofila-*a* obtidos nas amostras coletadas são apresentadas no Quadro 5.

Nota-se que a concentração de clorofila encontrada nos locais amostrados variou de 0,01 µg/L à 0,02 µg/L valores inferiores a 30 µg/L, determinado pela DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008 para cursos hídricos classe 2. Desse modo, os valores encontrados não acarretam riscos e nem prejuízos para a comunidade aquática nem ao homem.

Quadro 5 - Variações de clorofila-*a* nas amostras de água coletadas no Córrego Macuco e seus tributários, Ipoema, Itabira (MG).

Clorofila <i>a</i> (µg/L)				
Pontos	Maió 2017	Junho 2017	Julho 2017	Agosto 2017
P1	0,00	0,02	0,00	0,00
P2	0,01	0,00	0,00	0,00
P3	0,00	0,00	0,00	0,00
P4	0,00	0,01	0,00	0,00
P5	0,02	0,00	-	0,00
P6	-	0,00	0,00	0,00
P7	-	0,00	0,00	0,00

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

As bactérias coliformes são normalmente encontradas no intestino do homem e de outros animais de sangue quente (mamíferos). Assim, como estão presentes nas fezes humanas (100 a 400 bilhões de coliformes/hab.dia) e possuem simples determinação, são utilizadas como referência para indicar e medir a grandeza da poluição (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2007).

Nota-se no Quadro 6 que a maioria das amostras analisadas apresentou valores acima do limite estabelecido pela DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008 de 1.000 NMP/100mL para cursos hídricos classe 2.

Quadro 6 - Variações de *E. coli* obtidos nas amostras de água coletadas no Córrego Macuco e seus tributários, Ipoema, Itabira (MG).

<i>E. coli</i> (NMP/100mL)				
Pontos	Maió 2017	Junho 2017	Julho 2017	Agosto 2017
P1	1400	330	1100	170
P2	790	790	9200	340
P3	490	16000	16000	560
P4	270	2200	16000	2200
P5	110	9200	-	16000
P6	-	16000	16000	16000
P7	-	16000	16000	16000

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Portanto, por meio desta pesquisa verificou-se que dos nove parâmetros analisados, aqueles referentes ao pH, OD, DBO₅ e *E. coli* não atenderam aos limites preconizados pela DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008 para curso hídrico de classe 2.

O uso recreacional das águas, associado às atividades de recreação turística, tem apresentado crescimento social e econômico, principalmente daqueles que buscam pela atividade de lazer em contato direto com a natureza (LOPES; MAGALHÃES JR, 2010). De acordo com Campos e Cunha (2015), o monitoramento da qualidade da água é fundamental nos corpos hídricos utilizados para a recreação de contato primário, devido aos riscos de contaminação por organismos patogênicos.

No Brasil, as águas para o uso de recreação de contato primário para fins de balneabilidade, são regidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000, que prevê os limites para coliformes fecais (termotolerantes) e coliformes totais, estreptococos ou *E. coli*. Desse modo, considerando a quantidade de *E. coli* as águas doces podem ser classificadas como excelente, quando o valor encontrado acima de 80% das amostras possuir até 200 *E. coli*/100mL; muito boa quando em 80% ou mais houver no máximo 400 *E. coli*/100mL e satisfatória quando acima de 80% houver no máximo 800 *E. coli*/100mL (BRASIL, 2000).

Assim, o Quadro 7 exhibe os resultados das amostras coletadas, sendo possível notar que os pontos amostrados, principalmente P2 e P5, não atendem à Resolução CONAMA nº 274/2000. Destaca-se que o P2 (montante do PEML) não é utilizado para o uso recreacional, porém este curso hídrico adentra o PEML, formando as cachoeiras do Paredão e Derrubado. Assim, recomenda-se investigar a origem dos valores elevados de *E. coli*, além do monitoramento desse curso hídrico.

Quadro 7 - Índice de Balneabilidade (IB) das amostras coletadas no Córrego Macuco e seus tributários Ipoema, Itabira (MG).

Ponto	Data da amostragem - concentrações em NMP/100ml				IB
	27/03/2017	23/04/2017	30/05/2017	26/06/2017	
P1	1000	6000	6000	5000	Não atende
P2	300	550	1000	4000	Imprópria
P3	100	45	700	456	Não atende
P4	300	5	6800	16000	Não atende
P5	1000	2000	3000	4000	Imprópria
P6	4000	3000	2000	1000	Não atende
P7	500	1000	150	200	Não atende

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Brandão (2016), ao avaliar o Índice de Balneabilidade da Cachoeira Alta, encontrou concentrações elevadas de *E. coli*, enquadrando-a como imprópria para o uso de recreação de contato primário. Salienta-se que resultados semelhantes foram verificados nas amostras analisadas nesta pesquisa, visto que o P5 (Cachoeira Alta) apresentou valores de *E. coli* variando entre 110 NMP/100mL a 16000NMP/100mL, indicando condições impróprias para o uso recreacional nos meses de junho e agosto.

Dessa forma, visto que o contato primário impõe condições de uso restrito à qualidade da água devido aos riscos à saúde humana decorrentes de exposição direta e demorada à microrganismos patogênicos, metais traços e óleos e graxas (BENETTI; BIDONE, 2001), recomenda-se estudos e programas de monitoramento que avaliem as condições de balneabilidade deste atrativo.

O Índice de Estado Trófico (IET) tem como finalidade verificar o enriquecimento de nutrientes relacionados com o desenvolvimento de algas, utilizando as médias geométricas das concentrações de clorofila-*a* e fósforo total para o cálculo do IET (clorofila-*a*) e IET (fósforo) anual (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 2017). A partir dos valores de IET, obtidos a partir da concentração de fósforo total e clorofila-*a*, obtém-se a classificação do estado trófico para rios, apresentada no Quadro 8.

Quadro 8 - Classificação do Índice de Estado Trófico (IET) de rios

Categoria de Estado Trófico	Valor do IET	Significado
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa, não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, não há interferências indesejáveis sobre os usos da água.
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	Corpos d'água com produtividade intermediária, possíveis implicações sobre a qualidade da água.
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	Corpos d'água com alta produtividade, afetados por atividades antrópicas, com alterações indesejáveis na qualidade da água
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	Corpos d'água com alta produtividade, afetados por atividades antrópicas, com alterações indesejáveis na qualidade da água
Hipereutrófico	$IET \leq 67$	Corpos d'água afetados pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com consequências indesejáveis para seus usos múltiplos.

Fonte: Modificado de IGAM (2017).

Ressalta-se que, neste estudo, as amostras de clorofila-*a* coletadas nos pontos P3, P6 e P7 nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2017, apresentaram valores iguais a 0, já nos

pontos P1, P2, P4 e P5 foram encontrados valores entre 0,01 e 0,02 µg/L. Já os resultados de fósforo obtidos apresentaram valores iguais a 0 nos pontos P2, P3, P4 e P7 e entre 0,01 a 0,05 mg/L nos pontos P1, P5 e P6. Assim, considerando os resultados do IET das amostras coletadas é possível notar que não há eutrofização do corpo hídrico, que pode ser classificado como ultraoligotrófico.

A utilização de índices de qualidade da água tem sido crescentemente utilizada ao longo dos últimos anos, por apresentar vantagens devido à sua aplicabilidade em transmitir informações sobre o grau de poluição de mananciais utilizados por uma comunidade (BENETTI; BIDONE, 2009).

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* na década de 1970, nos Estados Unidos, sendo definidos nove parâmetros representados pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, coliformes fecais (termotolerantes), fósforo total, nitrato, diferença de temperatura, turbidez, sólidos totais, oxigênio dissolvido (OD), os quais são determinados pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes ao seu peso (VON SPERLING, 2008).

Destaca-se que os parâmetros de qualidade da água considerados para o cálculo do IQA refletem a contaminação dos corpos hídricos por lançamento de esgotos domésticos, outros materiais orgânicos, sólidos e nutrientes (IGAM, 2017). É importante também ressaltar que esse índice foi desenvolvido para aferir a qualidade das águas, tendo como determinante principal sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas (CETESB, 2017). Assim, a ponderação dos nove parâmetros resulta em um índice variando entre 0 e 100, ao qual é atribuído um nível de qualidade, apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 - Classificação do Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Nível	Cor	Faixa de IQA
Excelente	Azul	$90 < IQA \leq 100$
Bom	Verde	$70 < IQA \leq 90$
Médio	Amarela	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	Laranja	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	Vermelha	$0 < IQA \leq 25$



Fonte: Modificado de IGAM (2017).

Assim, os valores referentes ao cálculo do IQA dos pontos amostrados, obtidos por metodologia proposta por von Sperling (2008), estão apresentados no Quadro 10. Verifica-se

que o IQA destes pontos variou entre 57 a 81, sendo, dessa forma, enquadrados na faixa de qualidade média (cor amarela) e bom (verde), segundo o IGAM (2017).

Quadro 10 - Índice de qualidade da água para os pontos amostrado ao longo do Córrego Macuco e seus tributários, região de Ipoema, Itabira (MG)

IQA				
Pontos	Maió/2017	Junho/2017	Julho/2017	Agosto/2017
P1	70	62	71	75
P2	74	59	70	76
P3	74	57	72	75
P4	78	58	71	71
P5	81	58	-	72
P6	-	58	71	70
P7	-	60	69	71

 Bom  Médio

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

De uma maneira geral, pode-se ressaltar que as oscilações de valores referentes ao IQA podem estar associadas às concentrações elevadas de *E. coli* assim como às variações de pH e DBO₅ observados nas amostras coletadas.

As cargas poluidoras lançadas sem nenhum tipo de tratamento nos cursos hídricos são consideradas responsáveis pelas alterações nos ecossistemas aquáticos (CETESB, 2017). Dessa forma, os poluentes podem atingir um corpo hídrico por meio de poluição pontual e/ou pela poluição difusa (VON SPERLING, 2008). Ainda para esse mesmo autor, na poluição pontual, os poluentes atingem o corpo d'água de forma concentrada; já na poluição difusa, os poluentes penetram no corpo d'água ao longo de parte da sua extensão.

Os valores expressivos de *E. coli* observados nesta pesquisa podem estar associados à presença de diversas moradias às margens dos córregos amostrados, com possível lançamento de efluentes domésticos, além da presença de atividades relacionadas à pecuária e a circulação de animais de sangue quente no local.

Neste sentido faz-se importante destacar os valores de *E. coli* observados nas amostras coletadas no P2, visto que este adentra o Parque Estadual Mata do Limoeiro, compondo as cachoeiras do Paredão e Derrubado. Neste contexto, recomenda-se a análise da qualidade da água desses atrativos, assim como a investigação acerca da origem dessa contaminação, visando o estabelecimento de medidas corretivas.

Assim, de maneira geral, as amostras de água coletadas podem conter microrganismos patogênicos que podem afetar a saúde e o bem-estar da população que a utiliza. Além da caracterização acerca da presença desses organismos, recomenda-se a recuperação da mata ciliar dos cursos hídricos da região, uma vez que essa vegetação é responsável pelo controle da erosão e redução da possibilidade de contaminação dos cursos hídricos por defensivos agrícolas, adubos e sedimentos, que podem ser carreados pelo escoamento superficial da água no solo (BAPTISTA *et al.*, 2016).

Nesta acepção, de acordo com Lowrance *et al.* (1997 *apud* BAPTISTA *et al.*, 2016), a floresta ripária (ou vegetação ciliar) também é conhecida como floresta tampão ou “*Riparian Forest Buffer Systems*” uma vez que protege (ou tampona) os cursos hídricos pelo controle de poluentes difusos, permitindo a melhoria da qualidade da água.

Dessa forma, apesar de serem localmente observadas mata ciliar nos pontos amostrados, como por exemplo no P3 (Córrego Taquaraçu) na área delimitada pelo Parque Estadual Mata do Limoeiro, verifica-se um trecho degradado, caracterizado pela remoção da vegetação, a qual expõe o solo ao desenvolvimento de processos erosivos e carreamento de sedimentos.

Ademais, comumente nos atrativos analisados, é possível notar a presença de pisoteio de animais e excrementos destes, o que pode contribuir com cargas orgânicas ao longo dos cursos hídricos. Neste sentido, destaca-se o Córrego Mata dos Correias (P4) que além de exibir vegetação ciliar escassa e de pequeno porte, tem suas margens utilizadas como área de pastagem. Ressalta-se ainda a presença de residências a montante dos pontos amostrados nessa região (P6 e P7), com possíveis lançamentos de efluentes e descarte inadequado de resíduos sólidos.

5. Conclusão

Conhecer a qualidade das águas superficiais é uma ferramenta fundamental para definir e priorizar ações e estratégias que busquem a conservação, a recuperação e o uso racional dos recursos hídricos que são utilizados para diversos fins, como irrigação, abastecimento, dessedentação de animais e recreação de contato primário.

Dessa forma, com relação à avaliação da qualidade da água dos afluentes do Córrego do Macuco, localizado em Ipoema, Itabira (MG), destaca-se, de maneira geral, que os resultados obtidos com a determinação do IQA corresponderam às faixas “bom” e “médio” de acordo com o padrão estabelecido pelo IGAM. De maneira geral, as oscilações de valores

para o IQA podem estar associadas ao escoamento superficial e carreamento de material fecal oriundo das áreas de pastagens, elevando assim o nível de poluição microbiológica e alterando, principalmente, os parâmetros pH, DBO e *E. coli*. Quanto ao IET, os resultados obtidos apontam que não há eutrofização dos corpos hídricos analisados, que podem ser classificados como ultraoligotróficos.

Com relação às análises físicas-químicas e biológicas da qualidade da água utilizadas para recreação de contato primário, salienta-se que os pontos de amostragem situados à montante do Parque Estadual Mata do Limoeiro e na Cachoeira Alta, apresentaram altos valores de *E. coli*, não se enquadrando nos limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 274/2000.

Nesta acepção, destaca-se que as fontes de poluição que afetam a qualidade da água do Córrego do Macuco e seus afluentes estão associadas ao uso e ocupação do solo. Desse modo, a presença de animais ao longo dos cursos hídricos contribui de forma negativa para a qualidade da água dos pontos amostrados, dada a possibilidade de carreamento de material fecal para estes locais por meio do escoamento superficial.

Percebeu-se também, tanto no Córrego Macuco como em seus tributários, sinais de degradação ambiental, tais como ausência de vegetação ciliar em longos trechos, que pode afetar a qualidade da água, já que esta tem o papel de proteção frente aos poluentes difusos. Assim, recomenda-se que sejam desenvolvidos trabalhos de educação ambiental com a população local visando conscientizá-los sobre a importância da preservação dos recursos naturais, a fim de manter o equilíbrio do ecossistema aquático.

Destaca-se que o turismo atrai um grande número de pessoas à região de Ipoema, assim, considerando os resultados obtidos nesta pesquisa, sugere-se o monitoramento da qualidade das águas da Cachoeira Alta, assim como das cachoeiras do Derrubado e Paredão, localizadas no Parque Estadual Mata do Limoeiro. Por fim, salienta-se a importância da atuação do poder público quanto à adequada implantação de saneamento básico nas zonas rurais do município com o objetivo de minimizar os impactos negativos ocasionados pelas ações antrópicas.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA). **Indicadores de qualidade índice de qualidade das águas**. 2016. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22. ed. Washington: APHA, 2012.

BAPTISTA, M., MOURA, P. M., EVANGELISTA, J. A., MUZZI, M. R. S.; GOMES, L. N. L. Técnicas para intervenções em cursos d'água. In: M. B. Baptista & V. L. Pádua (Eds), **Restauração de sistemas fluviais** (pp 259-303). Baueri, SP: Manole, 2016.

BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH, 2009. p. 856.

BOTELHO, J. M.; CRUZ, V. A. G. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

BRANDÃO, J. M. S. **Caracterização da geologia e limnologia das cachoeiras alta e do patrocínio amaro, distrito de Ipoema, Itabira – MG**. Trabalho de conclusão de curso para obtenção como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. Faculdade de Ciências Administrativas e Contábeis de Itabira, 2016. 105p.

BRANDÃO, J. M. S.; CORDEIRO, J.; CALAZANS, G. M.; NASCIMENTO, F. D.; FERREIRA, D. L. Contribuições da geologia para o desenvolvimento do turismo na região do Morro Redondo, das cachoeiras Alta e do Patrocínio Amaro, distrito de Ipoema, Itabira – MG. **Research, Society and Development**, v. 6, n. 2, p. 78-97, out. 2017.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 274**, de 29 de novembro de 2000. Revoga os artigos 26 a 34 da Resolução nº 20/86 (revogada pela Resolução nº 357/05). Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cmf?codlegi=272>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

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.

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. **Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP)**. Taubaté, 2013.

CAMPOS, J. S; CUNHA, H. F. A. Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 5, n. 4, p. 110-118, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1717/v5n4p110-118.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Índices de qualidade das águas**. 2017. Disponível em:<<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. Brasília: FUNASA, 2007. 408 p.

GOOGLE. **Google Earth**. Versão 7.1.5.1557.2015. Nota (Distrito de Ipoema, Itabira MG). Disponível em: <<http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Indicadores de Qualidade**. 2017. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Carta Internacional ao Milionésimo**. 2010. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/interativos/servicos/wms-do-arcgis>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). **Plano de manejo do Parque Estadual Mata do Limoeiro**. 2013.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2008.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES Jr, A. P. Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do Alto Rio das Velhas – MG. **Hygeia** 6(11):133 - 149, Dez/2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/viewFile/17003/9378>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MINAS GERAIS. Decreto nº 45.566 de 22 de março de 2011. Cria o Parque Estadual Mata do Limoeiro, localizado no Município de Itabira, e dá outras providências. **Diário Oficial de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG, 22 de março de 2011. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=16514>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. **Diário Oficial de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG, 05 de maio de 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em 11 dez. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Download de dados geográficos**. 2016. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em <http://cliente.argo.com.br/~mgos/analise_de_conteudo_moraes.html>. Acesso em: 16 dez. 2017.

PERCEBON, C.M.; BITTENCOURT A. L.; FILHO E.F.R. Diagnóstico da temperatura das águas dos Principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 56, p. 7-19, 2005. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/geociencias/article/view/4904/3737>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

PIVELI, R.P.; KATO, M.T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: ABES, 2006.

PRODANOV, C.C; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Freevale, 2013.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 3ª ed. 4ª Reimpressão. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

VON SPERLING, M. **Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2008.