

Recreação de contato secundário em lagos urbanos: o caso da Lagoa da Pampulha

Frederico Azevedo Lopes
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
fredericolopes@ufmg.br

Juliana Souza Silveira
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
ju2896@gmail.com

Andrea Coelho Leite
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
andreacristine_leite@hotmail.com

Júlia Piazzi
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
jupiazzi@gmail.com

Natalia Isabel de Azevedo Lopes
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
natalia.ial@gmail.com

Resumo

Apesar de sua importância histórica e cultural, o conjunto arquitetônico da Lagoa da Pampulha, patrimônio cultural da humanidade pela UNESCO, tem sofrido os impactos negativos do processo de urbanização desordenado sob a qualidade de suas águas, comprometendo sua utilização para fins recreacionais. Considerando a demanda pelo uso recreacional das águas e os investimentos realizados em programas de recuperação desse ambiente aquático em meio urbano, este trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade das águas para fins recreacionais de contato secundário das águas da Lagoa da Pampulha, com o intuito de se verificar os impactos dos programas de despoluição adotados. Apesar da divulgação na mídia de condições propícias para a prática das referidas atividades, os resultados do monitoramento das águas entre 2012 e 2018 demonstram que os pontos de monitoramento PV235 e PV240, influenciados por fatores sazonais, diluição e decaimento microbiano, estiveram em conformidade aos padrões em períodos restritos, enquanto o PV230 apresentou condições sistematicamente impróprias. Outros fatores de risco, associados às florações de algas, presença de *S. mansoni* em organismos transmissores, registros de casos de febre maculosa e população de jacarés, consistem em fatores impeditivos para a liberação de atividades como a pesca esportiva e iatismo.

Palavras-chave: Recreação de contato secundário. Gestão de águas urbanas. Lagoa da Pampulha.

Secondary contact recreational activities in urban lakes: the case of Lake Pampulha

Abstract

Despite its historical and cultural importance, the Pampulha modern ensemble, a World Cultural Heritage Site by UNESCO, has been suffering the negative impacts of an unplanned urbanization process over water quality, impairing its use for recreational purposes. In view of the demand for the recreational use of the waters of Lake Pampulha and the investments made in the last decades to recover this urban lake, this work aims to evaluate its water quality for secondary contact recreation in order to verify the impacts of the pollution remediation programs adopted. Despite the disclosure of favourable conditions by public authorities, the results of the monitoring of waters between 2012 and 2018 demonstrate that only the PV235 and PV240 monitoring sites were in compliance with the official standards at specific periods. However, these conditions are influenced by seasonal factors, dilution, and microbial decay, leading to unsuitable conditions during the monitoring period. PV230 was systematically unsuitable. Other risk factors associated with intense algal blooms, presence of *S. mansoni* in transmitting organisms, records of cases of Brazilian spotted fever, and unknown alligator population, are factors that may affect wading and fishing activities.

Keywords: Secondary contact recreation. Urban waters management. Lake Pampulha.

Introdução

A promulgação da Lei 9.433 em 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabeleceu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tornou-se um marco na gestão de águas no Brasil. Atualmente, mais de 20 anos após a chamada Lei das Águas ter sido sancionada, são evidentes os avanços alcançados. O gerenciamento dos recursos hídricos por bacias hidrográficas e a implementação de instrumentos de gestão de recursos hídricos, tais como a cobrança, outorga e o enquadramento de corpos d'água tem contribuído para a gestão quantitativa e qualitativa dos usos das águas (VEIGA; MAGRINI, 2013).

Entretanto, apesar dos evidentes avanços, alguns desafios ainda permanecem. Assim, assegurar usos das águas mais exigentes em termos qualitativos, em compatibilidade com as atividades produtivas (PIAZI et al, 2018), torna-se um desafio para a gestão das águas, especialmente em bacias urbanas (SERRAO-NEWMANN et al, 2017), onde os espaços públicos disponíveis consistem nos principais lugares de lazer tangíveis à comunidade (JUNQUEIRA, 2018).

Neste contexto, cabe ressaltar a iniciativa da sociedade civil organizada, por meio do Projeto Manuelzão, que em parceria com prefeituras e o governo do estado,

desenvolveram o Projeto de Revitalização da Bacia do Rio das Velhas – META 2010, tornando-se um dos projetos estruturantes do estado de Minas (IGAM, 2013). Esse projeto tinha como seu principal objetivo a melhoria da qualidade das águas na bacia, permitindo usos recreacionais das mesmas, por meio do atendimento aos padrões de qualidade estabelecidos para a classe 2, conforme a legislação vigente. Apesar dos inegáveis avanços obtidos, o programa não conseguiu atingir seu objetivo principal até o ano proposto, levando à formulação do programa Meta 2014, que estabelece, como uma de suas estratégias principais, envidar esforços para assegurar níveis de qualidade das águas, conforme os requisitos de balneabilidade, inclusive na Lagoa da Pampulha (META, 2014). Entretanto, apesar dos esforços e investimentos, os objetivos iniciais, que visavam alcançar padrões de qualidade compatíveis com a recreação de contato primário não foram alcançados (SILVA et al, 2017; LOPES et al, 2019).

Deste modo, os recentes trabalhos de recuperação da qualidade da água da lagoa, iniciados em março de 2016, por meio da utilização de remediadores para controle dos níveis de fósforo e coliformes, visam a conformidade ao enquadramento nos padrões de Classe 3 (PBH, 2018). A referida classe permite a recreação de contato secundário, a qual “o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo)” (MINAS GERAIS, 2008).

A Lagoa da Pampulha é uma importante referência cultural e do lazer moderno da história da comunidade belo-horizontina (VIANA, 2013), cujos usos e potencial turísticos têm sido comprometidos em decorrência de um processo de urbanização desordenado, intensificado a partir da década de 1970. Infraestrutura de saneamento precária, erosão e assoreamento, desmatamento irregular e disposição inadequada de resíduos sólidos e de efluentes industriais, intensificados a partir de 1970, tem acarretado uma série de impactos negativos, especialmente sobre a qualidade das águas (VON SPERLING, 1997; FRIESE et al, 2010; FIGUEIREDO et al, 2016).

Mesmo assim, considerando sua importância histórica e cultural, o conjunto arquitetônico da Lagoa da Pampulha foi nomeado patrimônio cultural da humanidade pela UNESCO em março de 2016. Entretanto:

A poluição da lagoa ainda consiste em um problema em relação a ideia de uma bela paisagem que provê atividades de lazer, especialmente aquelas relacionadas à água”. Essa questão deve ser solucionada de forma a restaurar a lagoa como elemento de integração entre construções, paisagens e atividades de recreação. (UNESCO, 2019).

Além disso, considerando a importância do conceito de “paisagem multifuncional” em planejamento (SELMAN, 2009), o retorno das atividades de recreação junto às águas da Lagoa Pampulha é essencial para assegurar os valores culturais, recreacionais, estético e herdado, associado à paisagem.

A relativa carência de estudos sobre os riscos da recreação de contato secundário ou limitado (FEWTREL et al, 1992; GEOSYNTEC, 2008; RIJAL et al, 2011; DOREVITCH et al, 2012; 2015; DEFLORIO-BARKER et al, 2016a), referentes a atividades como navegação, pesca, caiaque, canoagem, esqui aquático, *jet ski* dentre outros, deve-se especialmente às relativas baixas taxas de exposição às águas e incidência de doenças gastrointestinais, em comparação à recreação de contato primário (SUNGER et al, 2012; DEFLORIO-BARKER et al, 2018). No caso brasileiro, os estudos referentes à recreação em contato com águas têm sido voltados para o contato primário (p.ex. LAMPARELLI et al, 2015; LOPES et al, 2016).

Entretanto, tal risco não deve ser negligenciado, haja vista os impactos gerados à saúde humana pela incidência de infecções gastrointestinais agudas (DEFLORIO-BARKER et al, 2016b). Bem como aos custos associados ao uso de medicamentos, consultas e visitas a serviços de emergência, hospitalizações, perda de produtividade, sequelas e mortalidade (DEFLORIO-BARKER et al, 2018).

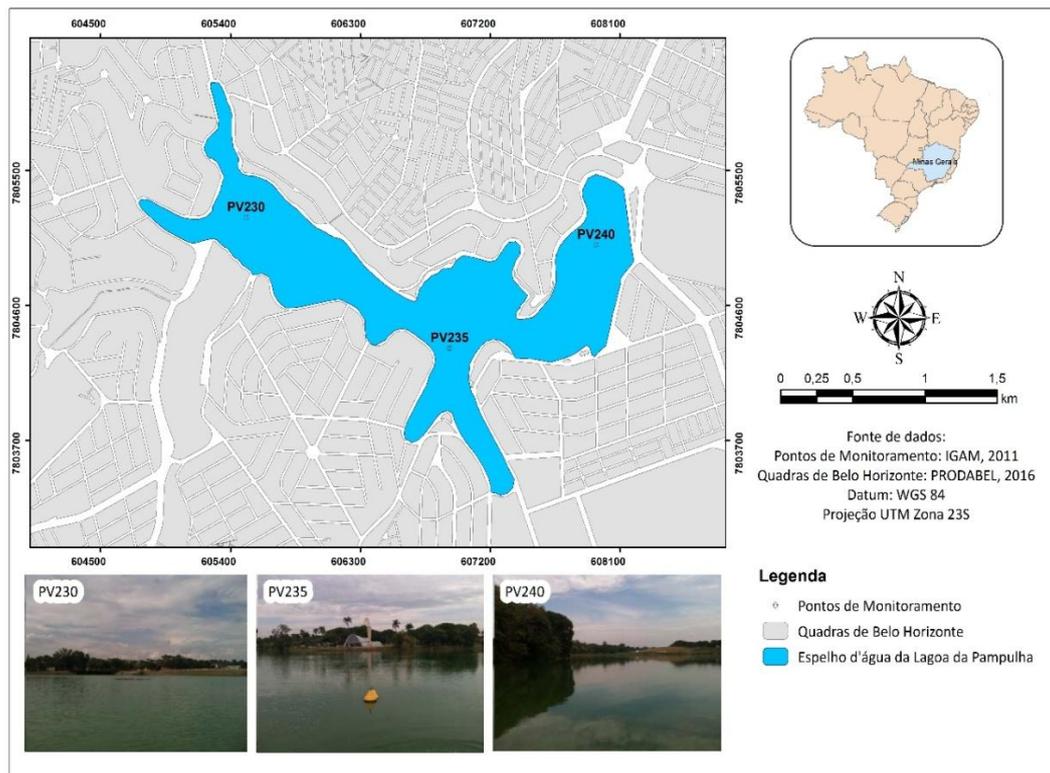
Considerando a demanda pelo uso recreacional das águas em ambientes urbanos, os investimentos realizados para recuperação, assim como as recentes notícias sobre condições propícias a volta da pesca esportiva e esportes náuticos na Lagoa da Pampulha, este trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade das águas para fins recreacionais de contato secundário das águas, conforme padrões estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/2008. Deste modo, pretende-se verificar os impactos dos programas de despoluição adotados, bem como demais fatores que possam comprometer a segurança e qualidade da atividade recreacional.

Materiais e métodos

Área de estudo

A bacia hidrográfica da Lagoa da Pampulha possui área total de 97 km², abrangendo parte dos municípios de Belo Horizonte e Contagem e está inserida na bacia do Ribeirão da Onça, afluente do Rio das Velhas (Figura 1). A lagoa apresenta uma área alagada aproximada de 1,98 km², volume total de 10 milhões de m³ e profundidade máxima de 16,7m. Entretanto, devido ao intenso processo de assoreamento, o volume do reservatório em 2007 já encontrava-se 50% inferior ao original (RESCK et al, 2007).

Figura 1. Localização da Lagoa da Pampulha e pontos de amostragem.



O clima da região é o tropical de altitude (Cwa), segundo classificação de Köppen, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 21,1°C, com pouca variação ao longo do ano, com média de 23°C em fevereiro e 18°C em julho, enquanto a média pluviométrica é de 1463,7mm, com destaque a média de 292 mm em dezembro, mês mais chuvoso, contrastando com a média de 11,5 mm em junho, de acordo com a Normal Climatológica 1961-1990 do Instituto Nacional de

Meteorologia- INMET (RIBEIRO, 2013). A vegetação original, caracterizada como transicional entre cerrado e mata tropical, foi substituída por pastagens e cerrado degradado, com vestígios de mata original ou em estado avançado de regeneração (BEATO et al, 2003).

A Lagoa da Pampulha consiste em um reservatório inaugurado em 1938, gerado a partir do barramento das águas do Ribeirão Pampulha, visando o abastecimento de água para a capital mineira (RIBEIRO, 2011). Nos anos seguintes à formação do reservatório, o local era utilizado para esportes náuticos (Figura 2), especialmente esquis, canoas, barcos a vela, barcos a remo, lanchas e iates, recebendo inclusive, competições municipais e nacionais (DORNAS, 2015).

Figura 2. Registro histórico de atividades recreativas desenvolvidas na Lagoa da Pampulha.



Fonte: Dornas (2015).

A pesca, antes proibida na represa da Pampulha (Decreto 25 de 1938), passa a ser permitida aos domingos e dias santificados a partir de 1948, visando atender as demandas sociais (VIANA, 2013). Contudo, a partir de 1968, as águas da Lagoa da Pampulha foram interditadas para prática de atividades recreativas tais como a natação, pesca e esportes náuticos, pela Lei 1523 (Belo Horizonte, 1968). Como resultado do processo de degradação ambiental, a captação para abastecimento de água na lagoa foi interrompida já em 1972 (CARSALADE, 2007). Mesmo assim, Viana (2013) destaca que ainda em 1973, o uso da lagoa como praia artificial ainda era exercido.

Atualmente, tanto a pesca quanto atividades de recreação em contato com as águas estão proibidas, conforme sinalização local. Entretanto:

apesar da degradação da qualidade de suas águas, a represa consiste em um dos cartões-postais da cidade e seu entorno é frequentemente utilizado para manifestações festivas, grandes eventos esportivos e prática de esportes. (Silva et al, 2016, p.97).

Apesar dos programas adotados terem como objetivo alcançar os padrões de qualidade para a classe 3, visando atividades de contato secundário, a Lagoa da Pampulha e seus tributários diretos estão enquadrados na Classe 2, conforme a Deliberação Normativa nº 020/97, publicada em 24 de junho de 1997 pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. Neste caso, atividades de recreação de contato primário estão previstos como um dos objetivos de uso das águas, desde que atendam aos padrões e critérios estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 274 de 2000.

Procedimentos metodológicos

Para a aquisição dos dados de qualidade das águas, foram utilizados dados do Programa de Monitoramento Oficial do Estado de Minas Gerais – Programa Águas de Minas/IGAM, disponibilizados por meio do Portal InfoHidro. Embora o programa de monitoramento das águas da lagoa e de seus afluentes tenha sido iniciado em 2006, as estações de coleta localizadas na Lagoa da Pampulha foram implementadas apenas em 22/10/2012 (IGAM, 2013).

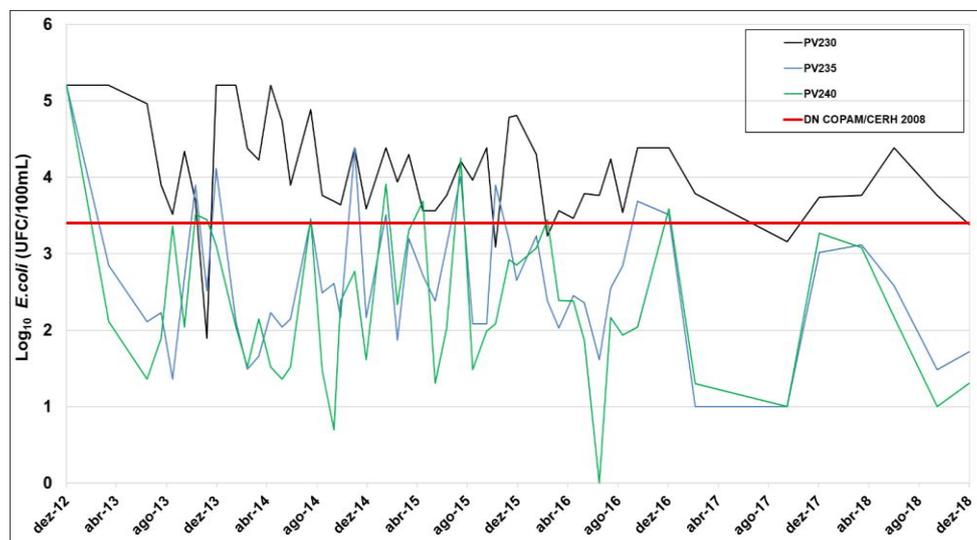
Deste modo, foram adquiridos os dados referentes à *Escherichia coli* (n=54), disponíveis para estações PV230, PV235 e PV240 (Figura 1), entre dezembro 2012 e dezembro de 2018, comparando-os aos padrões estabelecidos pela legislação vigente (Minas Gerais, 2008). Neste caso, a Deliberação Normativa 01/2008, para atividade de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2.500 coliformes termotolerantes ou *E. coli* por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral (MINAS GERAIS, 2008).

Devido à grande variabilidade e amplitude dos resultados obtidos para *E. coli*, os mesmos foram convertidos em escala logarítmica (base 10), visando uma representação gráfica mais inteligível (p.ex. DAVIES-COLLEY et al, 2018). As estatísticas descritivas básicas foram elaboradas por meio do software Microsoft Office Excel, no qual foram gerados gráficos do tipo box-plot para a representação e interpretação da variação espaço-temporal dos resultados das amostragens, tendo em vista sua aplicabilidade estatística em estudos de qualidade das águas (p. ex. HELSEL; HIRSCH, 2002).

Resultados e discussões

Os resultados do monitoramento oficial da qualidade das águas na Lagoa da Pampulha entre dezembro de 2012 e dezembro de 2018 apresentaram concentrações de *Escherichia coli* entre 1 e 160.000 UFC/100mL (Figura 3). Dentre os três pontos de monitoramento disponíveis, os piores resultados foram observados na estação PV230, onde 92% das amostragens excederam os limites para a recreação de contato secundário. A referida estação está localizada próximo à confluência com os principais afluentes da Lagoa Pampulha, os córregos Ressaca e Sarandi. Conforme Torres et al. (2007), estes tributários contribuem com mais de 90% da carga de sólidos em suspensão, carbono orgânico particulado, fósforo total e nitrogênio orgânico.

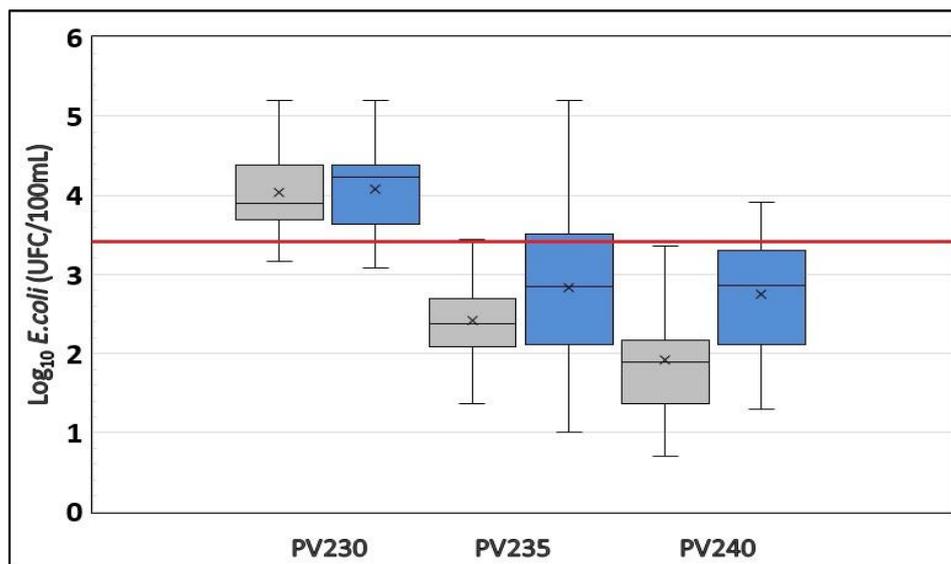
Figura 3. Variação espaço temporal das concentrações de *Escherichia coli* na Lagoa da Pampulha.



Entretanto, para os pontos PV235 e PV240, os resultados foram conformes em 69% e 81%, respectivamente, aos padrões estabelecidos para a recreação de contato secundário no estado de Minas Gerais. Essa redução observada em relação ao PV230 está possivelmente relacionada à maior diluição e processo de decaimento microbiano na lagoa, pela incidência da radiação ultravioleta sobre o espelho d'água (p.ex. BROOKES et al, 2004; NELSON et al, 2018). Além disso, tais estações são menos afetadas por aporte de carga poluidora por tributários, haja vista a relativa menor influência dos córregos Mergulhão e Tijuco (3,8% da contribuição anual de água).

A variação das concentrações ao longo da série histórica analisada demonstra a influência da poluição difusa na área de drenagem da lagoa, onde observa-se a relativa deterioração na qualidade das águas, em todos os pontos de monitoramento durante a estação chuvosa (Figura 4).

Figura 4. Variação sazonal de *Escherichia coli* na Lagoa da Pampulha.



Nota: Box-plots em cinza representam a estação seca e os azuis, a estação chuvosa. A linha vermelha refere-se ao limite para contato secundário (MINAS GERAIS, 2008).

Durante a estação chuvosa, o aumento da densidade de bactérias de origem fecal nas águas recreacionais é resultado do carreamento de material fecal pelo escoamento superficial, sistemas de drenagem pluvial e afluentes, além do extravasamento de sistemas de esgotos (WHO, 2003). Tal situação também fora observada em outras áreas de interesse recreacional na bacia do Rio das Velhas

(LOPES; MAGALHÃES JUNIOR, 2010; VON SPERLING; VON SPERLING, 2013; LOPES et al, 2019).

Conforme a metodologia estabelecida pela Deliberação Normativa COPAM/CERH 01 de 2008, são necessários 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral para a classificação das águas para fins de contato secundário. Neste contexto, os resultados da classificação anual demonstram as condições sistematicamente impróprias junto ao PV230. Embora a estação PV235 tenha apresentado irregularidade em relação à classificação anual, a estação PV240 tem apresentado condições próprias entre 2014 e 2016 (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação anual da qualidade das águas da Lagoa da Pampulha para fins de recreação de contato secundário.

	PV230	PV235	PV240
2013	Imprópria	Imprópria	Imprópria
2014	Imprópria	Satisfatória	Satisfatória
2015	Imprópria	Imprópria	Satisfatória
2016	Imprópria	Satisfatória	Satisfatória

* Critério de 80% de atendimento ao padrão estabelecido pela DN 01/2008 (MINAS GERAIS, 2008).

Cabe ressaltar que, devido à influência sazonal verificada sobre os resultados, a classificação baseada em campanhas bimestrais pode ser comprometida por tais fatores. Deste modo, optou-se pela utilização de todos os dados disponíveis, respeitando-se o critério de no mínimo 6 amostras em um período de um ano. Assim, em função da irregularidade na frequência do monitoramento oficial, apenas os anos entre 2013 e 2016 apresentam dados suficientes para a classificação anual, estabelecida pela Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/2008.

Conforme Lopes et al. (2016), áreas de uso recreacional podem ser temporariamente afetadas por eventos sazonais, ou outros fatores tais como extravasamento de redes de esgoto ou florações de cianobactérias. Deste modo, a frequência do monitoramento deve ser adequada à natureza da atividade proposta. No caso de áreas de recreação de contato primário, tendo em vista à exposição direta e prolongada em contato direto com as águas, os monitoramentos são realizados

geralmente com frequência semanal (WHO, 2003; MARTINS, 2012). Deste modo, mesmo o volume médio ingerido (3.5 - 4 mL) por praticantes de atividades consideradas de contato limitado sendo de 30 a 35% inferior ao do volume ingerido por banhistas (10 – 11 mL), a recreação de contato secundário ou limitado também oferece riscos à saúde humana (DOREVITCH et al, 2011).

Cabe ressaltar que outros fatores de risco associados às áreas recreacionais independem da ingestão de água, o que demandam outras ferramentas e indicadores para sua avaliação (LOPES; OLIVEIRA, 2017). Apesar da visível baixa qualidade das águas na Lagoa da Pampulha ser um fator repulsivo às atividades recreativas, o risco de transmissão de esquistossomose ainda persiste, especialmente junto a população de pescadores em eventual contato com as águas, devido a presença de *Schistosoma mansoni* em moluscos transmissores (PINTO et al, 2013).

Embora a atividade de pesca junto à Lagoa da Pampulha ser proibida desde 1968 (VIANA, 2013), a presença de pescadores ao longo da orla ainda pode ser verificada (LEMONS, 2017; LOPES et al, 2019). O consumo desse pescado pode oferecer riscos à saúde humana tendo em vista a presença de concentrações relativamente elevadas de metais pesados, tais como Al, Co, Cu, Fe, P e Ti, verificadas em amostras de tecidos de peixes na Lagoa da Pampulha (VEADO et al, 2007).

Além dos riscos de infecções e enfermidades de veiculação hídrica (ingestão, contato ou ciclo de vida associado ao ambiente aquático), há também o risco de acidentes com organismos potencialmente perigosos, também encontrados em áreas recreacionais no Brasil (LOPES et al, 2013). Neste contexto, o retorno da recreação de contato secundário nas águas da Lagoa da Pampulha ainda encontra desafios relacionados à incidência de febre maculosa na região, associada a transmissão por carrapatos presentes nas capivaras, com o registro de um caso fatal (LABRUNA et al, 2017). Além disso, a presença de uma população de jacarés consiste em um risco potencial de acidentes. Tal situação motivou a prefeitura de Belo Horizonte a licitar a contratação de um censo para contagem e identificação dos animais, visando subsidiar o processo de retorno da recreação de contato secundário junto à lagoa (VALE, 2018).

A qualidade da atividade de recreação de contato secundário, como a pesca e navegação, bem como o comportamento dos usuários (BOERI et al, 2012) também são influenciados por aspectos estéticos e sensoriais (WEST et al, 2016), associados às

florações de algas. Além dos riscos à saúde humana em função da exposição à cianotoxinas pela ingestão, inalação e contato com a pele (p.ex. CHORUS; BARTRAM, 1999; CARMICHAEL et al, 2001; BURATTI et al, 2017), tais eventos acarretam em impactos econômicos significativos, devido à interdição de áreas de pesca e navegação em função de condições hipereutróficas (DODDS et al, 2008).

Neste contexto, cabe ressaltar as constantes florações de algas na Lagoa da Pampulha (SILVA et al., 2017), que devido à elevada concentração de nutrientes em suas águas, propiciam condições favoráveis para a ocorrência de florações estáveis (FIGUEIREDO et al, 2016). Além das altas concentrações de cianobactérias verificadas, em 2012 foram identificadas a presença de gêneros das espécies potencialmente tóxicas *Microcystis* sp., *Aphanocapsa* sp, *Sphaerocavum* sp, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktothrix* sp. em ponto de amostragem a jusante da lagoa (IGAM, 2013). Deste modo, mesmo com as medidas para a recuperação da Lagoa da Pampulha, as concentrações de cianobactérias consistem na principal variável limitante para o atendimento de condições satisfatórias de balneabilidade (LOPES et al, 2019).

Devido à grande demanda reprimida por atividades de lazer em contato com as águas em regiões metropolitanas, Hespanhol (2008) aponta inclusive a possibilidade de utilização de águas de reuso para a prática de atividades de contato secundário, após tratamento em nível avançado, como desenvolvido para lagos na cidade de Santee, CA, Estados Unidos.

No entanto, Silva et al. (2017) destacam a ausência de integração entre os stakeholders para o processo de recuperação efetiva da Lagoa da Pampulha, e sugerem a criação de uma rede interinstitucional que coordene programas e ações de forma conjunta, com metas progressivas para a recuperação da qualidade das águas. Esta ausência de integração pode ser verificada a partir da divulgação na mídia de condições propícias à prática da recreação de contato secundário (p.ex. MACHADO, 2017; ITATIAIA, 2019), baseando-se apenas no atendimento aos padrões de coliformes termotolerantes ou *E. coli*, estabelecidos para a classe 3. Assim, demais fatores de risco à saúde humana e aspectos estéticos, que são parte inerente da qualidade da atividade recreativa e impeditivo à recreação junto às águas da lagoa, são negligenciados. No entanto, a própria prefeitura destaca que o retorno dos esportes náuticos à lagoa não

seria possível até a completa interceptação dos esgotos (OLIVEIRA, 2018; KUBISTCHEK; LAGOA, 2018).

Outro problema associado refere à atual frequência de monitoramento adotada pelo Programa Águas de Minas para a Lagoa da Pampulha. Neste caso, a quantidade de amostragens anuais (4 campanhas trimestrais) não atende às exigências legais (MINAS GERAIS, 2008), que estipulam pelo menos 6 amostragens para a classificação das águas destinadas à recreação de contato secundário.

Considerações finais

Apesar da ampla divulgação sobre as melhorias na qualidade das águas da lagoa, os resultados obtidos demonstram que em apenas dois pontos de monitoramento foram verificadas condições conformes aos padrões legais estabelecidos para a classe 3. Entretanto, a utilização de indicadores de contaminação fecal é bastante limitada para assegurar condições seguras para a prática de atividades que envolvam risco de contato acidental ou esporádico com as águas e o entorno da lagoa, tendo em vista os riscos associados à possível exposição a cianotoxinas, esquistossomose, febre maculosa e acidentes com animais perigosos.

A existência de um programa de monitoramento contínuo, com frequência mínima mensal, é fundamental para detectar a influência de fatores sazonais sobre a qualidade das águas, haja vista sua influência sobre a série de dados analisada. Assim, seria possível verificar tendências e avaliações de longo termo, de forma a possibilitar a ampla divulgação de boletins sobre as condições das águas para a prática recreativa. Deste modo, os critérios para classificação das águas destinadas à recreação de contato secundário em Minas Gerais carecem de revisão, devido à limitada frequência de monitoramento proposta, bem como a utilização de apenas padrões para indicadores de contaminação fecal.

Medidas pontuais para a eliminação de fontes externas de poluição não são suficientes para que ambientes lacustres alcancem sua estabilidade ecológica original, bem como os objetivos de uso demandados. Os programas de controle da poluição em meio urbano, devem ser adotados no âmbito das respectivas bacias hidrográficas, haja vista a intrínseca relação entre elementos abióticos, bióticos e socioeconômicos envolvidos para o controle e gestão da Lagoa da Pampulha.

Agradecimentos: À Pró Reitoria de Pesquisa (PRPq-UFMG) pela concessão de bolsa PIBIC-CNPq a Juliana Souza Silveira. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal – CAPES pela concessão de bolsa de mestrado a Andrea Coelho Leite.

Referências bibliográficas

BEATO, D.A.C. et al. Impactos urbanos em águas subterrâneas bacia da lagoa da Pampulha, Belo Horizonte-MG. *Rev. Águas Subterrâneas*, v.17, n.1, p.49-68, 2003.

BELO HORIZONTE. Lei 1523 de 4 de setembro de 1968. *Legislação do Portal da Prefeitura de Belo Horizonte*. Dispõe sobre o uso da represa da Pampulha. Recuperado em 24/07/2019 em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/1523/1968>.

BOERI, M. et al. Site Choices in Recreational Demand: A Matter of Utility Maximization or Regret Minimization? *Journal of Environmental Economics and Policy*, v.1, n.1, p. 32–47, 2012.

BROOKES, J. D. et al. Fate and transport of pathogens in lakes and reservoirs. *Environment International*, v.30, n.5, p. 741-759, 2004.

BURATTI, F.M. et al. Cyanotoxins: Producing organisms, occurrence, toxicity, mechanism of action and human health toxicological risk evaluation. *Arch. Toxicol*, v.91, n.3, p. 1049–1130, 2017.

CARMICHAEL, W. W. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. *Environmental Health Perspectives*, v.109, n.7, p. 663-668, 2001.

CARSALADE, F. *Pampulha*. Coleção BH. A cidade de cada um. Belo Horizonte: Conceito, 2007.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring e management*. London: WHO, 1999.

DAVIES-COLLEY, R.; VALOIS, A.; MILNE, J. Faecal contamination and visual clarity in New Zealand rivers: correlation of key variables affecting swimming suitability. *Journal of Water and Health*, v.16, n.3, p.329-339, 2018.

DEFLORIO-BARKER, S. et al. Estimated costs of sporadic gastrointestinal illness associated with surface water recreation: a combined analysis of data from NEEAR and CHEERS studies. *Environ Health Perspect*, n.125, v.2, p. 215-222, 2016a.

DEFLORIO-BARKER, S. et al. Water recreation and illness severity. *Journal of Water and Health*, v.14, n.5, p. 713–26, 2016b.

DEFLORIO-BARKER, S. Estimate of incidence and cost of recreational waterborne illness on United States surface waters. *Environmental Health*, v.17, n.3, p. 1-10, 2018.

DODDS, W. K. et al. Eutrophication of US freshwaters: analysis of potential economic damages. *Environmental Science & Technology*, v.43, n.1, p. 12-19, 2008.

DOREVITCH, S. et al. Water ingestion during water recreation. *Water Research*, v.45, n.5, p. 2020-2028, 2011.

DOREVITCH, S. et al. Health risks of limited-contact water recreation. *Environ. Health Perspect*, v.120, n.2, 192-197, 2012.

DOREVITCH, S. et al. Water quality as a predictor of gastrointestinal illness following incidental contact water recreation. *Water Research*, v. 83, p. 94-103, 2015.

DORNAS, J.P. Esportes e atividades realizadas na era de ouro da Lagoa da Pampulha. *Ouro Preto em Foco*. Ano VI, v.46, p. 6-9, 2015.

FEWTRELL, L. et al. Health effects of white-water canoeing. *Lancet*, v.339, n.8809, p. 1587-1589, 1992.

FIGUEREDO, C. C. et al. From intermittent to persistent cyanobacterial blooms: identifying the main drivers in an urban tropical reservoir. *Journal of Limnology*, v.75, n.3, p. 445-454, 2016.

FRIESE, K. et al. Anthropogenic influence on the degradation of an urban lake - the Pampulha reservoir in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *Limnologica*, v.40, n.2, p. 114-125, 2010.

GEOSYNTEC. *Dry and Wet Weather Risk Assessment of Human Health Impacts of Disinfection vs. no Disinfection of the Chicago Area Waterways System (CWS)*, In: Chicago M.W.R.D.O.G. (ed.), Geosyntec Consultants, Chicago, IL, 2008.

HELSEL, D.R.; HIRSCH, R. M. *Statistical Methods in Water Resources Techniques of Water Resources Investigations*, Book 4, chapter A3. U.S. Geological Survey, 2002.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. *Estudos Avançados*, v.22, n.63, p.131-158, 2008.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. *Avaliação da qualidade das águas da Bacia da Lagoa da Pampulha: relatório / Instituto Mineiro de Gestão das Águas*. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2013.

ITATIAIA. *Prefeitura acredita que Lagoa da Pampulha vai ficar apta a receber esportes náuticos em abril*. Itatiaia, Belo Horizonte, 18/01/2019. Disponível em: <http://www.itatiaia.com.br/noticia/prefeitura-acredita-que-lagoa-da-pampulha-vai>.

JUNQUEIRA, D.L.M. Análise do discurso do setor público a respeito do espaço público de lazer da orla do lago Paranoá de Brasília/DF. *Licere*, v.21, n.1, p. 174-193, 2018.

KUBISTCHEK, M.; LAGOA, T. *Kalil diz ser 'lorota' falar em praticar esportes náuticos na lagoa da Pampulha*. *Jornal O Tempo*, Belo Horizonte, 05/09/2018. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/cidades/kalil-diz-ser-lorota-falar-em-praticar-esportes-n%C3%A1uticos-na-lagoa-da-pampulha-1.2026984>.

LABRUNA, M.B. et al. Isolation of *Rickettsia rickettsii* from the tick *Amblyomma sculptum* from a Brazilian spotted fever-endemic area in the Pampulha Lake region, southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, v.8, p. 82–85, 2017.

LAMPARELLI, C.C. et al. Are fecal indicator bacteria appropriate measures of recreational water risks in the tropics: A cohort study of beach goers in Brazil? *Water Research*, v.87, n.2015, p. 59-68, 2015.

LEMONS, M. *Histórias: Lagoa da Pampulha*. 24/07/2017. Disponível em: <https://mairalemons.com/historia/2017/7/24/titulo-do-post-z8ywg-ayfxs-ermkr-dsn5d-248ge-2fb79-xekxa-djpw6-by736-mrmfl-b7typ-7khdg-7d99f-686xd-hbmem-4p723-b3h2e-6cjb8-ma63e-2w4bz-n6hek-hrs7l-5nbws-nkdw4-r8mf4-dlnhg-tm24j-87td5-hsg6h-ngwwk-4exg4-57hcn-75jyz-r52da-ebg8g-gpmst?rq=Pampulha>.

LOPES, F.W.A. et al. A water quality index for Brazilian freshwaters. *Journal of Water and Health*, v.14, n.2, p. 243-254, 2016.

LOPES, F. A. et al. Challenges for contact recreation in a tropical urban lake: Assessment by a water quality index. *Environment, Development and Sustainability*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00430-4>

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: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v.6, n.11, p. 133-150, 2010.

LOPES, F.W.A.; MAGALHAES JR, A.P.; VON SPERLING, E. (2013). Balneabilidade em águas doces no Brasil: Riscos à saúde, limitações metodológicas e operacionais. *Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v.9, n.16, p. 28-47, 2013.

LOPES, F. A.; OLIVEIRA, C.K.R. (2017). Protocolo para avaliação da qualidade sanitária e ambiental em balneários de águas doces no Brasil. *Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v.13, n.25, p. 1-17, 2017.

MACHADO, C. *Lagoa da Pampulha já está propícia para a pesca e iatismo, garante prefeitura*. Hoje em dia, Belo Horizonte, 22/03/2017. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/cidades/lagoa-da-pampulha-j%C3%A1-est%C3%A1-prop%C3%ADcia-para-pesca-e-iatismo-garante-prefeitura-1.453400>

MARTINS, L.K.A. *Contribuições para o monitoramento de balneabilidade em águas doces no Brasil*. 122p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

META 2014. *Documento compromisso pela revitalização da bacia hidrográfica do Rio das Velhas: assegurar a volta do peixe e o nadar na RMBH em 2014*. Disponível em 01/07/2017 em http://www.manuelzao.ufmg.br/sobre_o_projeto/posicionamento/meta-2014.

MINAS GERAIS. *Deliberação Normativa nº 20, de 24 de junho de 1997. Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas*. Diário do Executivo - Minas Gerais, 1997.

MINAS GERAIS. *Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01 de 05 de maio de 2008*. Dispõe sobre a classificação e o enquadramento dos corpos d'água. Diário do Executivo - Minas Gerais, 2008.

NELSON, K.L. et al. Sunlight-Mediated Inactivation of Microorganisms in Water. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, v.20, n.8, p. 1089–1122, 2018.

OLIVEIRA, C. *Prefeitura retoma limpeza da Pampulha; Kalil cobra solução para esgoto de outras cidades*. Hoje em Dia, Belo Horizonte, 05/09/2018. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/prefeitura-retoma-limpeza-da-pampulha-kalil-cobra-solu%C3%A7%C3%A3o-para-esgoto-de-outras-cidades-1.653408>

PIAZI, J.; LOPES, F.A.; AZEVEDO, Ú. R. Qualidade das águas e outorgas superficiais no médio rio das Velhas, Minas Gerais, Brasil. *Caderno de Geografia*, v.28, n.55, p. 828-844, 2018.

PINTO, H. A.; MATI, V. L. T.; MELO, A. T. The Pampulha reservoir remains a potential urban focus of schistosomiasis mansoni in Brazil: changes in the occurrence patterns of *Biomphalaria* species and a new record of the parasite. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.46, n.4, p. 478-483, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE – PBH. *Prefeitura vai retomar o tratamento da qualidade da água da Lagoa da Pampulha*. Belo Horizonte, 05/09/2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-vai-retomar-o-tratamento-da-qualidade-da-agua-da-lagoa-da-pampulha>.

RESCK, R.P.; BEZERRA NETO, J.F.; PINTO-COELHO, R.M. Nova batimetria e avaliação de parâmetros morfométricos da Lagoa da Pampulha, Belo Horizonte, Brasil. *Geografias*, v.3, n.2, p. 24-37, 2007.

RIBEIRO, J.P.M. *Análise da recarga e da conexão hidráulica do sistema aquífero granular-fissural no Campus Pampulha da UFMG, Belo Horizonte, MG*. 2013. 112 p.

Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

RIBEIRO, R.R. *Histórias de bairro de Belo Horizonte: Regional Pampulha*. Arquivo Público da cidade, 2011.

RIJAL, G. et al. Microbial risk assessment for recreational use of the Chicago area waterway system. *Journal of Water Health*, v.9, n.1, p. 169–186, 2011.

SELMAN, P. Planning for landscape multifunctionality. *Sustainability: Science, Practice, & Policy*, v.5, n.2, p.45–52, 2009.

SERRAO-NEUMANN, S. et al. Connecting land-use and water planning: Prospects for an urban water metabolism approach. *Cities*, v. 60 (part A), p. 13-27, 2017.

SILVA, T. F.G. et al. Modelagem da Lagoa da Pampulha: uma ferramenta para avaliar o impacto da bacia hidrográfica na dinâmica do fitoplâncton. *Eng Sanit Ambient*, v.21, n.1, p. 95-108, 2016.

SILVA, W.P. et al. Avaliação do enquadramento de lagos urbanos: Estudo de caso da Lagoa da Pampulha em Belo Horizonte / MG – Brasil. *Anais... XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos* (p. 1-9), Florianópolis, ABRH, 2017.

SUNGER, N. et al. Recreational use assessment of water-based activities, using time-lapse construction cameras. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, v.22, n.3, p. 281–290, 2012.

TORRES, I.C.; RESCK, R.P.; PINTO-COELHO, R.M. Mass balance estimation of nitrogen, carbon, phosphorus and total suspended solids in the urban eutrophic, Pampulha reservoir, Brazil. *Acta Limnol. Bras.*, v.19, n.1, p. 79-91, 2007.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION - UNESCO. *World Heritage Centre: Pampulha Modern Ensemble*. Acesso em 31/01/2019 de <https://whc.unesco.org/en/list/1493>.

VALE, J.H. *Prefeitura quer contar quantos jacarés há na Pampulha; saiba como*. Estado de Minas, Belo Horizonte. Acesso em 22/08/2018 de https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/08/22/interna_gerais,982433/prefeitura-quer-contar-quantos-jacares-ha-na-pampulha-saiba-como.shtml.

VEADO, M.A.R.V et al. INAA and ICP-MSHS: Metal pollutants in fish tissues Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Pampulha Lake, Belo Horizonte city, Minas Gerais State, Brazil. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v.272, n.3, p. 511–514, 2007.

VEIGA, L. E.; MAGRINI, A. The Brazilian Water Resources Management Policy: Fifteen Years of Success and Challenges. *Water Resources Management*, v. 27, n.7, p. 2287-2302, 2013.

VIANA, J.A. Do remo à pesca: o prescrito e o imprevisto na constituição da lagoa da Pampulha como um espaço de lazer moderno em belo horizonte (1942 a 1968). *Licere*, v.16, n.2, p. 1-34, 2013.

VON SPERLING, E. The process of biomass formation as the key point in the restoration of tropical eutrophic lakes. *Hydrobiologia*, v.342, n.343, p. 351-354, 1997.

VON SPERLING, M.; VON SPERLING, E. Challenges for bathing in rivers in terms of compliance with coliform standards. Case study in a large urbanized basin (das Velhas River, Brazil). *Water Science and Technology*, v.67, n. 11, p. 2534-2542, 2013.

WEST, A.O.; NOLAN, J.M.; SCOTT, J.T. Optical water quality and human perceptions: a synthesis. *WIREs Water*, v.3, n.2, p. 167–180, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. *Guidelines for safe recreational water environments - coastal and fresh waters*. Geneva, Switzerland, 2003.