

PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA E AMBIENTAL EM BALNEÁRIOS DE ÁGUAS DOÇES NO BRASIL

SURVEY FOR ASSESSMENT OF SANITARY AND ENVIRONMENTAL QUALITY IN BRAZILIAN RECREATIONAL FRESHWATERS

Frederico Azevedo Lopes

Doutor em Análise Ambiental
Professor Adjunto - Instituto de Geociências
Universidade Federal de Minas Gerais
fredericolopes@ufmg.br

Carmélia Keroly Ramos de Oliveira

Doutoranda em Evolução Crustal e Recursos Naturais
Universidade Federal de Ouro Preto
carmeliageo2008@gmail.com

RESUMO

A utilização das águas para a recreação consiste em um dos usos mais nobres dos recursos hídricos, dada a sua importância histórica à sociedade, bem como alternativa de lazer em meio natural. Entretanto, o monitoramento em águas doces é escasso, além apresentar uma legislação desatualizada, cuja metodologia não considera e/ou estabelece padrões para outros elementos, como riscos de natureza física e qualidade estética das águas, que possam comprometer a utilização e a qualidade da atividade recreacional de contato primário. Buscando complementar a metodologia baseada na análise de água, estabelecida pela Resolução CONAMA nº 274/2000 este artigo tem por objetivo a elaboração de um protocolo de avaliação, abrangendo aspectos sanitários, estéticos e de segurança para avaliação integrada de balneários. Para a elaboração da proposta, foi realizado um levantamento de indicadores de inspeção sanitária aplicados à balneários de água doce, por meio da análise de manuais de referência, trabalhos técnicos e acadêmicos, selecionando aqueles com maior relevância e aplicabilidade para águas doces no Brasil, abrangendo aspectos de infraestrutura local, condições do entorno e área de drenagem e segurança da prática recreacional. O protocolo gerado, foi aplicado em cinco balneários da porção mineira da Estrada Real, visando testar a metodologia proposta. Deste modo, o protocolo proposto, adaptado ao contexto brasileiro, é condizente com os principais guias de gestão de balneários utilizados por agências ambientais de países com longa tradição em gestão de balneabilidade. Essa ferramenta complementar à avaliação da qualidade das águas, permite identificar fatores de risco potenciais para prática recreacional, que não são detectados nos programas de monitoramento da qualidade das águas, bem como pode subsidiar e orientar o estabelecimento e/ou condução de programas de monitoramento conforme as especificidades locais.

Palavras-chave: Balneabilidade. Riscos à saúde. Gestão de Recursos hídricos.

ABSTRACT

The recreational water use is one of the most noble uses of water resources, given its historical importance to society, as a leisure alternative in natural environments. However, freshwater monitoring is scarce, besides presenting an outdated legislation that does not include or establish standards for other variables, as physical risks and aesthetic quality. Seeking to complement the current methodology based in water quality, established by CONAMA nº 274/2000, this paper aims to develop an assessment protocol, including health, aesthetic and safety aspects for integrated assessment of recreational areas to guide the establishment and/or conducting monitoring programs according local specificities. To prepare the proposal, a survey of sanitary inspection indicators applied to freshwater

Recebido em: 11/10/2016

Aceito para publicação em: 23/07/2017

recreational areas was carried out, through the analysis of reference manuals, technical and academic works, selecting those ones with greater relevance and applicability to freshwater in Brazil, including aspects of local infrastructure, drainage area conditions and safety of recreational water contact. The protocol produced was applied in five recreational sites of the Estrada Real – Minas Gerais, to test the proposed methodology. The protocol developed, adapted to the Brazilian context, is consistent with the main guidelines used by environmental agencies in countries with a long tradition in the management of recreational waters. This complementary tool for water quality assessment, allows the identification of potential risk factors for recreational practice, which are not detected in conventional water quality assessments, and may guide the establishment and/or conduct monitoring programs, according local specificities.

Keywords: recreational water quality. health risk. water resources management.

INTRODUÇÃO

Dentre os diversos usos possíveis das águas, a atividade recreativa de contato primário sempre fez parte da cultura humana, especialmente em países de clima tropical e com ambientes aquáticos atrativos à população em geral. Desse modo, a atividade recreativa em corpos hídricos tem apresentado crescimento ao longo das últimas décadas, em função da crescente demanda por atividades desenvolvidas ao ar livre, de forma alternativa à rotina dos ambientes urbanos (LOPES *et al.*, 2014).

As preocupações com os riscos associados à prática da recreação de contato primário com as águas, especialmente a incidência de doenças relacionadas à água, levaram as principais agências ambientais governamentais no mundo a adotarem o monitoramento das condições de balneabilidade² em seus ambientes aquáticos com uso recreacional, bem como o estabelecimento de padrões de qualidade das águas para o referido uso (USEPA, 1986; USEPA, 1988; ANZECC/ARMCANZ, 2000; NRMCC, 2000; NZMFE, 2003; EUROPEAN UNION, 2006; HEALTH CANADA, 2010).

Em relação ao monitoramento específico de balneários, diversos fatores que podem contribuir para uma significativa variação dos resultados de um programa de monitoramento, tais como: a distância da praia em relação ao local de amostragem, horário de coleta da amostra, número de banhistas no local, total de precipitação nas últimas 24 horas, radiação solar total, maré, velocidade e direção dos ventos, temperatura da água e profundidade da coluna de água onde a amostra foi coletada (GILBERT, 2007).

A influência de tais fatores deve ser considerada durante o processo de estabelecimento e condução de um programa de monitoramento de balneabilidade, devido à possibilidade de se obter resultados que não necessariamente refletem as condições reais de qualidade das águas utilizadas para uso recreacional. Neste contexto, tendo a vista a limitação do monitoramento da qualidade da água e da necessidade de se implementar um processo de gestão dos balneários, a Organização Mundial da Saúde recomendou no ano 2000, a utilização de ferramentas/protocolos³ de inspeção sanitária pelas agências ambientais governamentais (WHO, 2000).

A inspeção sanitária consiste em uma técnica de investigação das fontes de contaminação fecal do corpo hídrico, sendo comumente utilizada para avaliação de mananciais de abastecimento e programas de conservação de bacias hidrográficas. Esta técnica permite o levantamento de informações do balneário e de sua respectiva área de drenagem, como uso do solo, presença de algas, existência e condições dos banheiros nas praias, localização de saídas de rede de drenagem pluvial, dentre outros (USEPA, 2008).

² Balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água, por meio de atividades de natação, mergulho, esqui-aquático, onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada (CETESB, 2017).

³ Os protocolos de avaliação rápida (PAR's) surgiram nos Estados Unidos, na década de 1980. Na época os órgãos ambientais manifestam necessidade de fixar métodos de avaliação qualitativos, pois as pesquisas quantitativas apresentavam alto custo e demora na execução. Segundo Rodrigues *et al.* (2010), os protocolos foram adequados para fornecer dados sobre a vida aquática, para fins de qualidade da água e gerenciamento de recursos hídricos.

A referida metodologia corresponde ao segundo passo do processo de avaliação e gestão dos balneários, devendo ser realizada após a verificação da existência e demanda pelo uso recreacional das águas nos mesmos. Esta inspeção busca levantar as características e os fatores de risco locais, de forma a subsidiar a decisão sobre a necessidade de monitoramento, sua frequência e aspectos a serem monitorados, subsidiando ações defensivas por parte das autoridades ambientais competentes (NZMFE, 2003). Tais inspeções ambientais e sanitárias devem ser conduzidas anualmente, antes do início da estação recreacional, considerando características básicas das áreas, as fontes de poluição fecal e outras ameaças como riscos físicos, químicos e biológicos (HEALTH CANADA, 2010).

No entanto, considerando a importância do levantamento de informações sobre as condições sanitárias e ambientais dos balneários, complementares ao monitoramento específico de qualidade da água, entende-se que tais inspeções, mesmo que de forma mais simplificada, poderiam ser realizadas concomitantemente ao processo de amostragem. Dessa forma, seria possível a construção de um banco de dados que possa subsidiar melhor o diagnóstico no longo prazo e ações referentes ao balneário.

O desenvolvimento deste sistema de avaliação complementar, sob a forma de um protocolo de avaliação rápida, permite a inserção de outras variáveis, também importantes, que podem ser avaliadas visualmente por meio de critérios de presença e ausência, de forma complementar ao monitoramento microbiológico. Como exemplo, podem ser citados os óleos e graxas e a presença de caramujos vetores (*Biomphalaria* spp.), que apresentaram bom desempenho dentre os indicadores de balneabilidade avaliados junto a especialistas (LOPES *et al.*, 2015). Além disso, podem ser avaliados outros fatores de risco aos usuários, tais como a presença de ameaças submersas, organismos nocivos, doenças endêmicas na região, dentre outras.

No Brasil, a avaliação das condições de balneabilidade, deve atender aos padrões e procedimentos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Entretanto, a atual metodologia está restrita à utilização de alguns organismos indicadores (coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*), que não são adequados para a detecção de vírus e protozoários. Além disso, não considera e/ou estabelece padrões para outros elementos, como riscos de natureza física e qualidade estética das águas, que possam comprometer a utilização e a qualidade da atividade recreacional de contato primário (LOPES *et al.*, 2013; LOPES *et al.*, 2014).

Assim, uma das principais limitações da avaliação de condições de balneabilidade consiste nas tradicionais técnicas de análises microbiológicas, cujo tempo necessário para se obter os resultados pode levar até 48 horas. Desse modo, os resultados das amostragens de água não refletem as condições de balneabilidade em tempo real (HIRAI; PORTO, 2014). Em função desta limitação dos indicadores de contaminação fecal, a inspeção sanitária e ambiental torna-se imprescindível, por possibilitar o conhecimento prévio de fatores de risco que possam interferir na qualidade das águas e, conseqüentemente, gerar efeitos deletérios à saúde dos usuários.

No intuito de se complementar a metodologia atual de avaliação das condições de balneabilidade, este artigo tem por objetivo a elaboração de um protocolo, abrangendo aspectos sanitários, estéticos e de segurança, pode contribuir para uma avaliação integrada de um balneário, possibilitando identificar fatores potenciais de risco para a prática da atividade recreacional, que não são detectados em análises de água, realizadas em monitoramentos convencionais de balneabilidade no Brasil.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração do Protocolo de Avaliação de Inspeção Sanitária e Ambiental em Balneários, proposto neste trabalho, foram considerados aspectos contidos em listagens de inspeção de balneabilidade, já adotadas por agências governamentais ambientais com tradição em avaliações integradas de áreas recreacionais (NZME, 2003; USEPA, 2008; HEALTH CANADA, 2010), além das recomendações previstas pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2000).

A partir da consulta a tais manuais de referência, foram inseridas as principais ocorrências verificadas no levantamento de indicadores de balneabilidade realizado por Lopes *et al.* (2015). No referido estudo, foram levantados, a partir da técnica Delphi, outros fatores, além dos tradicionais parâmetros de qualidade das águas, que poderiam ser utilizados para aprimorar os atuais processos de avaliação de balneabilidade em águas doces no Brasil. Durante o levantamento realizado pelo referido estudo, especialistas de diversas áreas do conhecimento, recomendaram a adoção de critérios de inspeção sanitária, tendo em vista limitações inerentes às análises de água tradicionais. Além disso, os critérios propostos por Martins (2012), para a definição de áreas prioritárias para monitoramento de condições

de balneabilidade, também levantaram fatores de risco para a determinação da necessidade e frequência desse monitoramento específico.

A importância e aplicabilidade deste tipo de instrumento pode ser comprovada a partir dos diversos trabalhos desenvolvidos buscando sempre realizar diagnósticos rápidos e com possibilidade de aplicação pelos mais diversos setores da sociedade, servindo como uma ferramenta de apoio ao processo de gestão ambiental, como pode ser observado a partir dos trabalhos de Callisto *et al.* (2002), Gomes *et al.* (2005), Felipe (2010) e Oliveira (2016).

Neste contexto, de forma a possibilitar o levantamento dos principais aspectos estético-sanitários poderiam influenciar na qualidade da atividade recreacional e servir como ferramenta de suporte para o monitoramento e gerenciamento de ações nos balneários, o protocolo proposto foi estruturado em três blocos: Infraestrutura local; Condições do entorno-Área de contribuição; e Segurança da atividade recreacional (aspectos físicos e biológicos). Cada bloco do protocolo é composto por critérios que influenciam direta ou indiretamente na qualidade e segurança da atividade recreacional, os quais são atribuídos pesos (1 a 5), em função do risco associado, conforme exposto na tabela 1.

Tabela 1 - Critérios e pesos para avaliação da qualidade ambiental e sanitária de balneários

Aspectos	Critérios	Pesos (w_j)
Infraestrutura local	Atendimento de Emergência	1
	Coleta de lixo	
	Coleta e Destinação de efluentes dos banhistas	
	Frequência e intensidade da visitação	
Condições do entorno (Área de drenagem)	Ocupação das margens	2
	Tamanho da bacia de drenagem	
	Uso e cobertura do solo na bacia	
Segurança da atividade recreacional (aspectos físicos e biológicos)	Resíduos sólidos objetiváveis	3
	Profundidade média (m)	
	Dados de monitoramento de qualidade da água	4
	Espumas	
	Temperatura	5
	Óleos e graxas	
	Cor aparente (mg/L Pt/Co)	
	Claridade visual (Turbidez - UNT)	
	Florações de algas	
	Esquistossomose	
Doenças relacionadas à água (vírus e bactérias)		
Total		57

Para a pontuação final dos balneários optou-se pela utilização da Teoria de Utilidade Multiatributo, pois a mesma apresenta uma simples execução (tendo em vista a utilização futura pelos tomadores de decisão no contexto de Avaliação Sanitária e Ambiental de Balneários) e adequado ao fato das opções serem nitidamente definidas e comparáveis, restando apenas à tarefa de definir as escalas de mensuração de cada critério (GOMES, 2010; MARTINS, 2012). Para associação dos critérios foi utilizada a função de valor linear aditiva, que avalia os desempenhos das alternativas conforme os múltiplos critérios, por meio da equação 1.

$$v(a) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(a)$$

(equação 1)

Onde:

$v(a)$ = nota final do balneário;

n = número de critérios = 18 critérios (Tabela 1);

w_i = peso calculado para o critério i = varia de 1 a 5 (Tabela 1);

$v_i(a)$ = pontuação do balneário para o critério i = varia de 1 a 3

Os pesos utilizados neste trabalho (Tabela 1) foram baseados do trabalho de (LOPES *et al.*, 2014), que levantou junto a especialistas, os pesos para critérios de avaliação de condições de balneabilidade em águas doces no Brasil.

No intuito de se demonstrar e testar a aplicação da metodologia proposta, o sistema de auxílio à decisão escolhido foi avaliado em balneários localizados na região da Estrada Real em Minas Gerais (Figura 1), sendo selecionado um balneário por região, conforme classificação proposta por Oliveira (2016), a saber:

Cachoeira dos Garcias, na Serra da Mantiqueira em Aiuruoca: a cachoeira em questão é uma das mais importantes e conhecidas da região de Aiuruoca. A queda possui 25m de altura, e é um símbolo para o turismo da cidade. O poço possui área de 340m² e é muito apropriado para nadar. O acesso é fácil e pode ser feito de carro até as proximidades da queda d'água. Ela é imponente e de singular beleza. A vegetação do entorno está bem preservada.

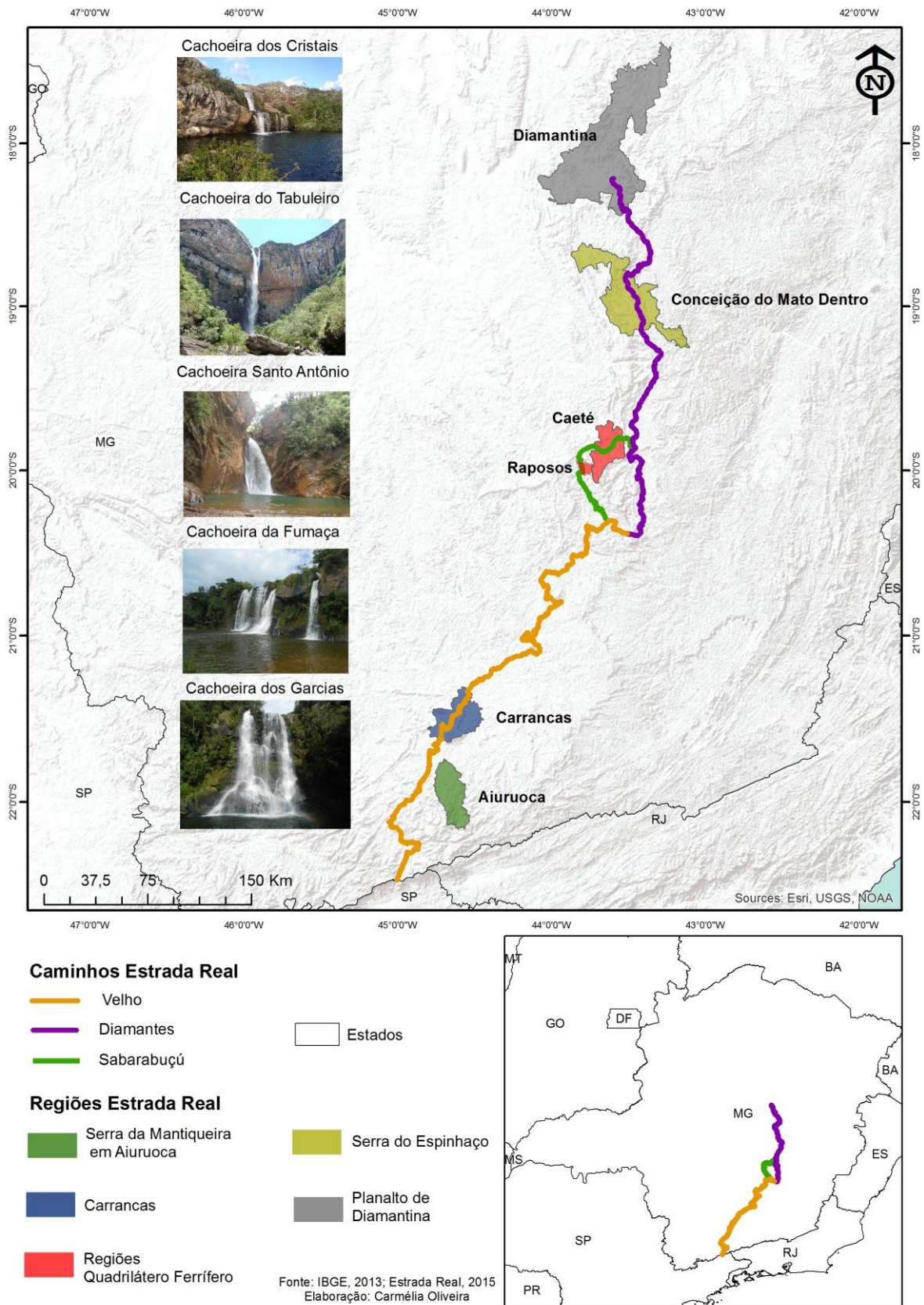
Cachoeira da Fumaça na região de Carrancas: localiza-se no município de Carrancas, aproximadamente a 6km da sede municipal. A cachoeira da Fumaça é uma das mais importantes e visitadas da região. A queda possui aproximadamente 15m de altura. O poço possui quase 600m² de área. Apesar da importância, a cachoeira e o curso d'água são impróprios para o banho, pois sofrem com a grande poluição, proveniente dos esgotos sanitários do município de Carrancas e das atividades agropecuárias no entorno da bacia (LOPES *et al.*, 2008). Neste contexto, atualmente o balneário encontra-se interditado em função da publicação de um decreto municipal. Entretanto, apesar da divulgação e placas indicativas, o balneário ainda é utilizado para recreação de contato primário.

Cachoeira de Santo Antônio no Quadrilátero Ferrífero: a cachoeira localiza-se no Ribeirão da Prata, entre Caeté e Raposos, no Quadrilátero Ferrífero. A queda do Santo Antônio é a mais famosa e possui altura aproximada de 23m de queda livre. O poço é largo e propício para banho com aproximadamente 1.200m² de área. A vegetação do entorno encontra-se parcialmente preservada, nota-se pontos de degradação ao longo da trilha.

Cachoeira do Tabuleiro na região da Serra do Cipó e Espinhaço: a cachoeira localiza-se no Parque Municipal Ribeirão do Campo, que está inserido no Parque Estadual da Serra Geral do Intendente, no Distrito de Tabuleiro em Conceição do Mato Dentro. Trata-se da queda d'água mais alta de Minas Gerais e a terceira do Brasil. São 273m de queda livre num paredão de rochas com cores variadas. Um grande poço é formado com cerca de 20m de profundidade e repleto de gigantescos blocos, inclusive, submersos. A vegetação predominantemente é o campo rupestre, com capões de Mata Atlântica e espécies de Cerrado.

Cachoeira dos Cristais no Planalto de Diamantina: a cachoeira está situada no Parque Estadual de Biribiri em Diamantina e é composta por pequenas quedas que variam de 1 a 4m de altura. Estas deságuam em um grande poço de águas cristalinas com aproximadamente 450m² de área. A cobertura vegetal nativa é composta por cerrado, campos rupestres e matas de galeria. O acesso à cachoeira é feito pela estrada (de terra) principal do Parque, distante 13km da portaria.

Figura 1 – Localização dos balneários por Região da Estrada Real-MG



Para atender ao conjunto de critérios de avaliação do Protocolo de Inspeção Sanitária e Ambiental, foram realizados trabalhos de campo entre os meses de março a abril de 2015, para obtenção das coordenadas com auxílio de GPS, levantamento fotográfico do entorno e descrição do local, bem como as medidas de profundidade e área, por meio de trena laser e trena graduada. O levantamento e avaliação dos níveis de turbidez e de cor aparente, das águas dos balneários investigados, seguiu o padrão de amostragem simples, com coletas a 15cm de profundidade. As amostras seguiam conservadas em isopor refrigerado e ao abrigo da luz, respeitando-se o prazo de 24h para a realização das leituras, por meio de Turbidímetro Microprocessado e Medidor Eletrônico de Cor.

Para este trabalho, cada alternativa “a” é um balneário, sendo os critérios, bem como suas respectivas notas (vi) estão apresentados no Protocolo Avaliação Sanitária e Ambiental de balneários, proposto neste trabalho. Considerando as notas possíveis a serem obtidas nos balneários de 57 a 171 pontos, foi realizada uma estatística simples das notas. Após o cômputo dos critérios, a pontuação final obtida por balneário permite a classificação da qualidade sanitária e ambiental em três classes de qualidade (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação da qualidade sanitária e ambiental dos balneários

Classe	Pontuação	Recomendação
Excelente	≥ 137	Manter a realização de inspeções sanitárias sazonais, preferencialmente antes da temporada de maior visitação.
Satisfatória	≥ 87 a 136	Manter a realização de inspeções sanitárias antes e durante a temporada de maior visitação. Reavaliação em casos de intensificação de uso ou modificação das condições a montante.
Imprópria	≤ 86	Suspensão imediata das atividades de recreação de contato primário com sinalização de risco. Necessidade de avaliação da qualidade das águas para confirmação. Em caso de confirmação, sinalizar a condição de interdição ao usuário.

As referidas classes são uma adaptação do índice de Condições de Balneabilidade, proposto por Lopes *et al.* (2014), a partir da avaliação de *E.coli*, pH, densidade de Cianobactérias e Turbidez. Assim, os balneários enquadrados na categoria Excelente seriam aqueles que apresentaram pelo menos 80% da pontuação possível, confirmando condições de qualidade mais próximas de um ambiente natural e/ou com baixo risco ao uso recreacional das águas. Para a classe “Satisfatória” foi proposto o critério entre 50 a 79% da pontuação dos critérios do Protocolo, o que significa a ausência de situações de risco eminente, mas que demandariam atenção aos fatores de risco. Os balneários que não forem avaliados com pelo menos 50% da pontuação do Protocolo, seriam enquadrados como impróprios, o que demandaria a realização de monitoramento da qualidade da água para investigação do risco efetivo, bem como a manutenção da interdição.

Desse modo, a utilização conjunta do monitoramento da qualidade da água com a inspeção sanitária e ambiental, possibilita a avaliação integrada do balneário de forma a minimizar os riscos aos usuários, conforme adotado e recomendado pela WHO (2000) e NZMFE (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Protocolo de Avaliação da qualidade sanitária e ambiental

O protocolo proposto para inspeção sanitária e ambiental para áreas de uso recreacional de águas doces no Brasil busca abranger aspectos que influenciam direta ou indiretamente na qualidade e na segurança da atividade recreacional, considerando riscos de natureza física e biológica, de forma a se avaliar critérios e parâmetros que não são captados em programas de monitoramento das águas tradicionais (Quadro 2).

Quadro 2 - Protocolo para a Avaliação Sanitária e Ambiental de balneários

Protocolo de Inspeção Sanitária e Ambiental				
Identificação do Balneário				
Localização				
Curso d'água			Bacia hidrográfica	
Tipo de ambiente	Lótico <input type="checkbox"/>	Lêntico <input type="checkbox"/>	Área pública <input type="checkbox"/>	Área Privada <input type="checkbox"/>
Responsável pelo preenchimento			Data	
Número de visitantes			Hora	
ASPECTOS	CRITÉRIOS	PONTUAÇÃO		
		3 pontos	2 pontos	1 ponto
Infraestrutura local	Atendimento de emergência	Presença de cobertura telefônica e presença de hospitais ou bombeiros (Raio 10km)	Presença de cobertura telefônica e presença de hospitais ou bombeiros (10 a 30km)	Sem cobertura telefônica
	Coleta de Lixo	Diária	Semanal	Sem Coleta ou coleta irregular
	Destinação de efluentes (Banhistas)	Banheiros (químicos ou sistema de fossa séptica)	Banheiro (fossa seca)	Sem Infraestrutura
	Frequência e Intensidade de visitação	Baixa (Esporádica)	Média (Sazonal)	Alta visitação
Condições do entorno	Ocupação das Margens	Vegetação ciliar	Campo/pastagem	Solo exposto/ Processos erosivos aparentes (Laminar ou sulcos)
	Tamanho da bacia de drenagem	<10ha	10ha a 30ha	>30ha
	Uso e cobertura do solo	Unidade de Conservação de proteção integral ou área sem ocupação antrópica	Agricultura e Pastagem. Área rural com ocupações esparsas	Área urbana e/ou industrial.
Segurança da atividade recreacional	Resíduos sólidos objetiváveis	Ausentes	Restritos ao entorno (baixa concentração-itens isolados)	Presença de resíduos flutuantes e/ou submersos.
	Profundidade média (m)	< 1,20m	1,2 a 3,0m	>3,0m
	Monitoramento de qualidade da	Monitoramento regular de	Dados de qualidade de	Não há registros

água	balneabilidade (semanal ou mensal)	água (não superior a 2 anos)	
Espumas	Ausentes	Origem natural	Origem não natural (detergentes)
Temperatura	20°C a 28°C	15 °C a < 20°C ou >28 °C – 34°C	<15°C ou >34°C
Óleos e graxas	Não aparente	Áreas isoladas junto às margens	Efeitos iridescentes ao longo do espelho d'água.
Cor aparente (mg/L Pt/Co)	≤15 (Água límpida/oligotrófico)	>15 a 250 (Cor de chá/distrófico)	> 250 (Água turva/barrenta/eutrofizado)
Clareza visual - Turbidez (UNT)	0 a ≤ 2 UNT	>2 a ≤ 10 UNT	> 10 UNT
Florações de algas	Não aparente	Formação esparsa de nata no espelho d'água	Formação de nata no espelho d'água, odores desagradáveis e mortandade de peixes.
Esquistossomose	Não há registros de casos na região/ ausência de caramujos	Registro de casos em locais adjacentes à área de drenagem da bacia	Registros de casos nos municípios inseridos nas áreas de influência e/ou presença de caramujos
Doenças relacionadas à água (vírus e bactérias)	Ausência de ocupação antrópica a montante e/ou pecuária	Presença de atividades antrópicas na área de drenagem do balneário	Registros de casos de cólera ou leptospirose ou hepatite A nos municípios inseridos na área de drenagem

Desse modo, a primeira parte do checklist proposto possui campos que são destinados à aquisição de informações e características básicas para a identificação, localização, acesso e responsabilidade pelas informações referentes à área investigada e outras informações básicas que podem ser utilizadas de forma complementar ao monitoramento da qualidade das águas, de forma a identificar possíveis fatores que possam influir nos resultados das análises como, por exemplo, o número de usuários. Os demais critérios que compõem o Protocolo estão descritos a seguir.

Neste contexto, a utilização de protocolos de inspeção sanitária, possibilita a avaliação de tendências em relação ao uso e à evolução ou deterioração das condições sanitárias e ambientais dos balneários, o que pode contribuir para o estabelecimento de diretrizes dos processos de monitoramento em consonância às especificidades regionais, subsidiando decisões que visem adequar os programas de monitoramento da qualidade da água quanto à frequência, temporada de maior demanda e variáveis de risco a serem investigadas.

Infraestrutura local

Nesse bloco buscou-se incluir fatores que podem ser úteis para a caracterização das condições ambientais, no momento da avaliação, considerando sua importante influência sobre a demanda pelo uso recreacional do balneário. Neste contexto, ao avaliarem os impactos ambientais relacionados à atividade turística em balneários na bacia do Alto Rio das Velhas, Lopes *et al.* (2011) verificaram que os locais com melhor infraestrutura, como banheiros, lixeiras e controle de acesso, apresentaram

menores níveis de degradação das margens, trilhas de acesso e resíduos sólidos em comparação às áreas sem qualquer tipo de controle de acesso ou estrutura ao visitante.

- **Atendimento de emergência:** Tendo em vista que a maior parte dos balneários de água doce no Brasil são localizados em locais afastados dos centros urbanos e os inerentes riscos das atividades de mergulho, tais como quedas e afogamentos, é de fundamental importância a avaliação de condições de socorro aos usuários, sendo o critério “atendimento de emergência” inserido no Protocolo, a partir da adaptação de Martins (2012).

- **Coleta de Lixo:** A avaliação da frequência da coleta de resíduos sólidos é fundamental para avaliar a qualidade sanitária, tendo em vista a possibilidade de carreamento deste material disposto no entorno, especialmente durante o período chuvoso. Assim, a maior frequência da coleta minimizaria o risco de carreamento deste material, bem como a atração e proliferação de organismos vetores de doenças.

- **Destinação de esgotos sanitários (Banhistas):** Este critério visa detectar o risco de contaminação das águas por material de origem fecal por parte dos próprios banhistas. Na ausência de instalações sanitárias adequadas, tais dejetos podem ser lançados diretamente nos corpos d’água ou carreados durante os períodos de escoamento superficial, elevando os níveis de coliformes termotolerantes, bem como possíveis patógenos associados.

- **Frequência e Intensidade de visitação:** A ocorrência de impactos ambientais nas áreas naturais é uma consequência inevitável de seu uso, considerando-se que mesmo os frequentadores mais conscientes geram algum tipo de perturbação no ambiente (BARROS, 2000; VASCHENKO, 2006). Assim, o diagnóstico da frequência e condições de uso em balneários pode contribuir ao atendimento à crescente demanda de visitação nessas áreas, aliada ao compromisso de assegurar a preservação das mesmas, sendo uma das grandes preocupações, a possível contaminação das águas por material fecal advindo dos próprios banhistas durante o contato primário com as águas (VAN ASPEREN, 1995; REES *et al.*, 2000).

Condições do entorno – área de drenagem

Nesse bloco são utilizados critérios referentes à bacia hidrográfica, que podem ser mais bem exploradas a partir da utilização prévia de imagens de satélite e bases cartográficas, no intuito de se quantificar as tipologias de uso e cobertura do solo, bem como do georreferenciamento de atividades que possivelmente possam comprometer a qualidade das águas a jusante, acarretando na deterioração das condições de balneabilidade.

- **Ocupação das Margens:** o contexto regional também é considerado importante. Ao propor critérios para a hierarquização de áreas prioritárias para monitoramento de balneários, Martins (2012) verificou que, para o grupo de especialistas consultados, aspectos relativos à bacia hidrográfica, como tamanho da bacia e uso do solo, devido a sua influência direta sobre os balneários foram classificados como “muito importantes”.

- **Tamanho da bacia de drenagem:** As maiores áreas de drenagem possivelmente apresentam maiores fatores de riscos, especialmente em função da dificuldade de varredura e identificação de todos os focos de poluição pontuais e difusas. Desse modo, os critérios em hectares propostos foram adaptados da proposta de Martins (2012).

- **Uso e cobertura do solo:** A influência dos tipos de uso e cobertura do solo nas áreas de drenagem dos balneários pode afetar significativamente a qualidade da atividade recreacional, sendo o risco à saúde humana diretamente relacionado à natureza desta atividade. Em áreas urbanas e industriais, a drenagem pluvial apresenta elevada concentração de derivados de combustíveis fósseis, bactérias, metais e também por pesticidas e herbicidas provenientes de jardinagem urbana, além dos esgotos sanitários, compostos por vírus e bactérias. Mesmo em áreas com coleta e tratamento de esgotos sanitários há ainda o risco de extravasamento dos mesmos, especialmente em períodos de maior atração populacional para áreas de veraneio. Já nas áreas onde predominam as atividades agropecuárias, a contaminação das águas por material de origem fecal animal e compostos orgânicos como nitrogênio e fósforo podem acarretar em danos à qualidade das águas dessas áreas. Assim, áreas preservadas, com restrição de uso antrópico oferecem menor risco para a atividade recreacional, sendo atribuído a estas áreas, a melhor pontuação do Protocolo.

O levantamento e a caracterização das fontes de contaminação fecal que interferem na qualidade da água dos balneários podem permitir também o desenvolvimento de um sistema de classificação de

risco diferenciado, em função do tipo de contaminação e riscos associados (DAVIES-COLLEY; WILCOOK, 2004).

Segurança da atividade recreacional

O levantamento da ocorrência de atividade de mergulhos em balneários e informações referentes à clareza visual das águas, profundidade e existência de rochas, permite sinalizar de maneira adequada os riscos de tais locais, bem como subsidiar a elaboração de material educativo para divulgação junto aos usuários. Já as informações sobre a profundidade do corpo hídrico, a presença de riscos submersos e fatores que possam comprometer a capacidade natatória dos banhistas, como a temperatura da água, podem contribuir para a identificação de áreas de risco potencial de afogamentos.

- **Resíduos sólidos:** Além dos aspectos mencionados, a presença de resíduos sólidos no ambiente aquático, e em seu entorno, pode tornar desagradável o lazer de contato primário e o contemplativo. A presença de objetos cortantes (vidro e metais) pode provocar acidentes com banhistas, que tendem a encontrar dificuldade de atendimento médico, especialmente em balneários distantes de centros urbanos.

- **Profundidade média (m):** Os afogamentos, normalmente, são consequências de problemas que levam os banhistas a terem a sua capacidade de natação impedida e/ou comprometida, tais como: consumo de álcool, hipotermia, fluxo turbulento das águas, transparência da água, obstrução de movimentos por membros presos em algum anteparo (pedras, raízes etc.), superestimação de habilidade natatória, falta de supervisão (no caso das crianças), doenças pré-existentes, e escorregamento seguido de impacto em rochas (WHO, 2003, NHMRC, 2008). Desse modo, adotou-se como critério para a maior nota do Protocolo, ou seja, menor risco, a profundidade de 1,2m, que corresponderia a altura do peito de um adulto de estatura mediana (DAVIES-COLLEY *et al.*, 1993).

- **Monitoramento de qualidade da água:** No Brasil, a avaliação da qualidade das águas para atividades que envolvam o contato primário, deve atender aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000. De acordo com a referida Resolução, as condições de balneabilidade das águas doces são avaliadas em categorias (Excelente, Muito boa, Satisfatória e Imprópria), definidas de acordo com os teores de coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*, por meio de uma série composta de no mínimo 5 amostras. Entretanto, conforme Von Sperling (2003), o monitoramento de balneabilidade no Brasil é concentrado em áreas costeiras, em praias de maior afluxo de banhistas, sendo muito limitadas as pesquisas em águas doces. Desse modo, a existência de informações prévias sobre a qualidade da água seria um fator a mais de segurança, sendo a inspeção sanitária e ambiental, realizada por meio do Protocolo, um importante instrumento para orientar o processo de implementação de programas de monitoramento em áreas prioritárias.

- **Espumas:** As descargas indiscriminadas de efluentes com a presença de surfactantes (detergentes) nas águas naturais levam a prejuízos de ordem estética, provocados pela formação de espumas (MELO; MENEGON JÚNIOR, 2009). Segundo Chapman (1996), as espumas podem concentrar e transportar patógenos e outros poluentes. Assim, além do aspecto estético, o maior risco oferecido ao usuário, faz com que este critério seja incorporado ao Protocolo. Já as espumas de origem natural, são formadas por proteínas e carboidratos de origem algal presentes nas águas que, com a agitação de águas, dão origem as espumas. Neste caso, mesmo com o menor risco associado, seu efeito pode ser repulsivo para parte dos usuários, o que justifica uma pontuação intermediária junto ao Protocolo. A diferenciação da origem das espumas nas águas pode ser feita de forma visual, haja vista que as espumas associadas a detergentes são geralmente mais intensas, como por exemplo, as verificadas no Rio Tietê em São Paulo, que segundo Melo e Menegon Júnior (2009), atingem pelo menos 50cm de altura acima da superfície da água.

- **Temperatura:** o contato com água fria (<15°C) pode causar problemas ao usuário na medida em que a imersão súbita, nessas condições, pode acarretar choque térmico e, conseqüentemente, afetar a habilidade natatória do banhista, potencializando o risco de afogamento. Os efeitos cardiorrespiratórios, provenientes do choque térmico, também podem levar ao óbito por ataque cardíaco ou acidente vascular cerebral. A exposição prolongada à água fria (acima de 3 minutos) pode causar arrefecimento progressivo dos músculos e articulações, podendo contribuir para os afogamentos (WHO, 2003). Já a prolongada exposição à água com temperatura acima de 34°C pode resultar em exaustão por calor, e com pelo menos 2 horas de imersão nestas condições, esta exaustão pode acarretar afogamentos (NHMRC, 2008). Neste contexto, WHO (2003) considera que a faixa de temperatura confortável para a maioria das pessoas é em torno de 20-28°C.

- **Óleos e graxas:** a presença de óleos e graxas, mesmo em pequenas quantidades nas águas pode ser esteticamente repulsiva para os usuários. Tais substâncias podem formar películas sobre a superfície e, alguns de seus derivados voláteis (xileno e etilbenzeno), podem gerar sabor e odor desagradáveis. No entanto, o estabelecimento de critérios para óleos e graxas é considerado difícil, devido à complexidade dos compostos abrangidos (WHO, 2003; NHMRC, 2008). Apesar disso, no Brasil, a Resolução CONAMA n° 357/2005 estabeleceu o critério de efeitos iridescentes para o parâmetro óleos e graxas, o que subsidiou a proposta apresentada pelo Protocolo. Em casos, os quais os efeitos iridescentes são oriundos de fontes naturais, como por exemplo minerais sob condições de oxidação (Lepdocrocita), sua avaliação constitui-se em um critério de natureza estética, haja vista sua influência no comportamento do banhista.

- **Cor aparente (mg/L Pt/Co):** segundo Smith *et al.* (1995), a percepção de qualidade das águas, pelos banhistas, está ligada a parâmetros sensoriais como transparência e cor. Ao analisar a percepção dos usuários em águas recreacionais na Nova Zelândia, os autores verificaram que os banhistas, normalmente, preferem águas azuis em vez das amarelas, que podem ser aceitáveis, caso essa coloração seja considerada como natural. A segurança pessoal também foi considerada muito importante, especialmente em relação à capacidade de ver o fundo, sendo utilizados como referência, os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005.

- **Claridade visual (turbidez):** O conceito de claridade está associado à distância de alcance, ou penetração da luz ao longo do perfil vertical de um corpo hídrico, sendo que este alcance varia em função do coeficiente de atenuação. A claridade pode ser afetada pela presença de microrganismos, sólidos em suspensão, cor e outras substâncias que possam refletir ou absorver a luz ao longo da coluna de água (DAVIES-COLLEY *et al.*, 1993). Dessa forma, a utilização de claridade pode ser uma variável de extrema importância para a segurança da atividade recreacional, pois a visibilidade do leito do corpo d'água e a identificação de possíveis ameaças submersas (anteparos), bem como a noção de profundidade, podem contribuir para a redução do risco de acidentes e afogamentos (Azevedo-Lopes *et al.*, 2016). Embora não seja oficialmente adotada na maior parte dos países que possuem regulações específicas para avaliação de balneabilidade, alguns guias oficiais já recomendam a utilização da claridade como critério, como por exemplo, Canadá e Nova Zelândia. No Brasil, como não há monitoramento desta variável, adotou-se a proposta de Lopes *et al.* (2014), que propuseram a adoção do critério turbidez, em substituição à claridade visual, tendo em vista a correlação positiva entre essas variáveis

- **Florações de algas:** as florações de algas podem afetar a qualidade da atividade recreacional por tornar o ambiente desagradável esteticamente, devido à presença de nata sobre as águas, além da possibilidade de mortandade de peixes em ambientes anaeróbicos com presença de cianotoxinas (CHORUS; BARTHAM, 1999). Além disso, odores decorrentes da floração de algas podem ser repulsivos para os usuários de águas recreacionais. Conforme estudo realizado por Pilotto *et al.* (1997), os banhistas expostos por mais de 1 hora em águas com elevada concentração de cianobactérias (>5.000 cel/mL) foram mais propensos a apresentar pelo menos um sintoma durante os 7 dias subsequentes à exposição, que as pessoas expostas a águas sem a presença de tais organismos.

- **Esquistossomose:** o levantamento regionalizado, a ser realizado preferencialmente em fase anterior à inspeção de campo (WHO, 2000; GILBERT, 2007), possibilitaria também a identificação de endemismos que possam apresentar riscos para os usuários, como a incidência de esquistossomose. Segundo dados obtidos junto ao Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), do Ministério da Saúde, entre janeiro de 2008 e março de 2012 foram registradas no Brasil 1.383 internações por esquistossomose, com um total de 47 óbitos, concentradas especialmente nas regiões Nordeste e Sudeste do País (DATASUS, 2012). Cabe ressaltar também, que a referida doença, ainda é comum em importantes regiões turísticas com uso recreacional das águas, como na Serra do Cipó, em Minas Gerais (MASSARA *et al.*, 2008).

- **Doenças de veiculação hídrica (vírus e bactérias):** Esse critério relacionado a situações endêmicas já está contemplado pela Resolução CONAMA n° 274/2000 que, em seu art. 2º, §4º, classifica como impróprias para a recreação de contato primário, as águas dos trechos avaliados com incidência elevada ou anormal de enfermidades relacionadas à água, na região, indicadas pelas autoridades sanitárias (CONAMA, 2000). Tal incidência pode ser obtida por meio da consulta ao portal DATASUS, do Ministério da Saúde, por município localizado na área de drenagem do balneário avaliado.

Aplicação do Protocolo

Os resultados da avaliação dos balneários estudados, por meio os critérios do Protocolo proposto, bem como a classificação final conforme as condições sanitárias e ambientais, seguem apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Classificação da Inspeção Sanitária nos balneários da Estrada Real-MG

Crítérios	Peso do critério	Cachoeira dos Garcias	Cachoeira da Fumaça	Cachoeira Santo Antônio	Cachoeira do Tabuleiro	Cachoeira dos Cristais
Atendimento de emergência	1	2	2	1	1	1
Coleta de Lixo	1	1	1	1	2	2
Destinação de efluentes locais	2	1	1	1	3	1
Frequência e Intensidade de visitação	2	1	1	1	2	2
Ocupação das Margens	2	3	1	3	3	2
Tamanho da bacia de drenagem	2	2	2	1	2	2
Uso e cobertura do solo na bacia	2	2	2	2	3	3
Resíduos sólidos objetiváveis	2	3	1	2	3	3
Profundidade média (m)	2	1	2	1	1	2
Dados de monitoramento de qualidade da água	3	1	2	1	2	1
Espumas	4	3	1	3	3	3
Temperatura (°C)	4	2	2	2	2	2
Óleos e graxas	5	3	2	3	3	3
Cor aparente (mg/L Pt/Co)	5	3	2	3	2	2
Clareza visual (Turbidez UNT)	5	3	2	3	3	3
Florações de algas	5	3	2	3	3	3
Esquistossomose	5	3	3	1	3	1
Doenças relacionadas à água	5	2	2	2	2	2
Resultado Protocolo		137	106	122	143	126

 **Excelente**  **Satisfatória**  **Imprópria**

Dentre os cinco balneários levantados, a Cachoeira dos Garcias em Aiuruoca e a Cachoeira do Tabuleiro em Conceição do Mato Dentro, foram classificadas na categoria “Excelente”, alcançando 137 e 143 pontos respectivamente. A primeira não está inserida em Unidade de Conservação, já a segunda encontra-se no Parque Municipal Ribeirão do Campo, no Parque Estadual da Serra Geral do Intendente. Ambas apresentam boa preservação do entorno, tanto da vegetação quanto da não presença de resíduos sólidos. As nascentes que drenam para essas quedas estão inseridas em unidades de conservação e apresentam boa qualidade das águas, sendo as atividades antrópicas pouco intensas no entorno imediato das quedas d’água.

As demais cachoeiras avaliadas apresentaram pontuações que as enquadraram na condição “Satisfatória”, a saber: Cristais (126), em Diamantina; Santo Antônio (122), em Caeté; e Fumaça (106), em Carrancas. Nesses casos, cabe ressaltar que, dentre as áreas avaliadas, estas são as de maior proximidade de centros urbanos e com acesso irrestrito. Apenas a Cachoeira dos Cristais

encontra-se localizada em Unidade de Conservação. Entretanto, não há um controle rigoroso de acesso, nem a cobrança pela entrada, o que contribui para uma maior pressão antrópica no local. Tal situação é similar ao levantamento realizado por Lopes *et al.* (2011), na região do Alto Rio das Velhas, onde verificaram que balneários com acesso irrestrito apresentaram maiores níveis de degradação em função da atividade turística. Deste modo, a falta de controle da capacidade de carga sobrecarrega os balneários em alguns períodos do ano, gerando desequilíbrio nos poços e no entorno das quedas d'água.

Além da maior pressão exercida pela visitação intensiva, balneários sob maior influência antrópica em suas respectivas áreas de drenagem demandam maior atenção em relação a fatores de risco, tais como a esquistossomose. Assim, foram verificados registros de casos nos municípios inseridos nas áreas de influência das Cachoeiras dos Cristais e de Santo Antônio o que influenciou diretamente na classificação das mesmas, haja vista o maior peso (5) do critério.

Nesse contexto, a Cachoeira da Fumaça obteve o pior desempenho dentre as áreas avaliadas. Tal situação pode ser explicada pela poluição pontual advinda da área urbana de Carrancas, associada as atividades agropecuárias desenvolvidas na bacia, conforme identificado por Lopes *et al.* (2008). Deste modo, devido à poluição orgânica das águas do Ribeirão Carrancas, parâmetros como Espumas, óleos e graxas, claridade visual (Turbidez) e florações de algas apresentaram pior desempenho em relação aos demais balneários, refletindo assim, na sua classificação geral.

Em relação à aplicabilidade do protocolo, foi observado que a maioria dos critérios levantados em campo apresenta análise e aplicação simples. Apenas os critérios que demandam informações secundárias, como a incidência de doenças relacionadas à água, necessitam de sistematização de dados junto ao Ministério da Saúde, o que demanda conhecimento sobre o portal DATASUS, por meio do sistema TABNET. Os demais podem ser aplicados por diversos profissionais, após familiarização com os critérios e os equipamentos para medição da qualidade visual da água (turbidímetro e medidor de cor).

CONCLUSÃO

Embora seja ignorada no contexto brasileiro, a inspeção sanitária permite uma documentação de dados de balneários em longo termo, bem como de suas respectivas bacias, os quais podem ser comparados e contemplados no planejamento dos recursos e ações. Além disso, informações da inspeção sanitária, correlacionadas à avaliação microbiológica, podem contribuir para a construção de modelos preditivos sobre a qualidade das águas em áreas de uso recreacional (USEPA, 2008).

Considerando-se a necessidade de uma avaliação integrada da qualidade da atividade recreacional, o protocolo de inspeção sanitária e ambiental complementa a avaliação microbiológica da qualidade das águas, de forma a realizar uma avaliação integrada de condições de balneabilidade, especialmente por possibilitar a identificação de áreas prioritárias para monitoramento. Desse modo, seria possível a gestão dos escassos recursos para avaliação de qualidade das águas pelos órgãos públicos estaduais, direcionando-os para as áreas de efetivo risco aos usuários.

Os órgãos públicos ambientais locais e nacionais têm a responsabilidade de promover e assegurar um ambiente seguro, sendo essas áreas de interesse recreacional localizadas em áreas privadas ou associadas a algum provedor de instalações e serviços. Assim, os processos de gestão dos balneários possibilitam minimizar e controlar os riscos à saúde humana (WHO, 2003).

A metodologia proposta é condizente com os principais guias de gestão de balneários utilizados por agências ambientais de países com longa tradição em gestão de balneabilidade. Após a aplicação para teste e validação da proposta em balneários localizados na porção mineira da Estrada Real, foi possível observar que os parâmetros adotados são de simples aplicação e de baixo custo, permitindo identificar fatores de risco potenciais para prática recreacional, que não são detectados nos programas convencionais de monitoramento da qualidade das águas. Além disso, a classificação proposta pelo protocolo pode ser adotada para a definição de áreas prioritárias para a implementação de programas de monitoramento de balneabilidade, direcionando assim, os recursos para as áreas com maior risco aos usuários.

Cabe ressaltar que o estudo não buscou estabelecer uma metodologia definitiva, mas sim contribuir para a melhoria na avaliação e divulgação das condições de balneabilidade em águas doces, além de servir de subsídio para a realização de novos estudos específicos, de forma a assegurar melhores condições de salubridade aos frequentadores dos balneários de água doce no Brasil, assim como

para o processo de gestão do uso recreacional das águas. A investigação em áreas com características ambientais e sanitárias distintas, pode possibilitar o levantamento de novas variáveis e/ou fatores a serem inseridos no Protocolo proposto.

Neste contexto, o estabelecimento de novos critérios para o uso recreacional de contato primário em águas doces no Brasil, carece de uma profunda reflexão, haja vista a desatualização da legislação correlata que, desde 2000, não revê critérios e métodos, mesmo com a relevância de um dos mais nobres usos da água para a sociedade.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO-LOPES, F.W.; DAVIES-COLLEY, R. J.; VON SPERLING, E.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. A water quality index for recreation in Brazilian freshwaters. **Journal of Water and Health**, v. 14, p. 243-254, 2016. <https://doi.org/10.2166/wh.2015.117>

AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND ENVIRONMENT AND CONSERVATION COUNCIL, AGRICULTURE AND RESOURCE MANAGEMENT COUNCIL OF AUSTRALIA AND NEW ZEALAND- ANZECC/ ARMCANZ. **Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality**. National Water Quality Management Strategy. ANZECC/ARMCANZ, Canberra, 2000. 215p.

BARROS, M.I.A. Outdoor Education: uma alternativa para a educação ambiental através do turismo de aventura, In: SERRANO, C. (Org.). **A educação pelas pedras: ecoturismo e educação ambiental**. São Paulo: Chronos. p.85-110, 2000.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino em pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnol. Bras.** v.14, n.1, p. 91-98, 2002.

CHAPMAN, D. **Water Quality Assessments**. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2.ed. Cambridge: University Press, 1996.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring e management**. London: WHO, 1999. 400p.
<https://doi.org/10.4324/9780203478073>

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução n° 274 de 29 de novembro de 2000. Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras**. Brasília, 2000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 357 de 17 de março de 2005. Estabelece a classificação, segundo os usos preponderantes, para as águas doces, salobras e salinas do território nacional**. Brasília, 2005.

COMPANIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Balneabilidade**. Disponível em: <http://praias.cetesb.sp.gov.br/balneabilidade/>. Acesso em: 09/06/2017.

DATASUS. **Sistema de Informação sobre Mortalidade**. 2012. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205>. Acesso em: 2 jun. 2012.

DAVIES-COLLEY, R.J.; WILCOOK, B. Water quality and chemistry in running waters. In: HARDING, J.S et al.(Orgs). **Freshwaters of New Zealand**. New Zealand: New Zealand Hydrological Society Inc. and New Zealand Limnological Society Inc., 2004. 764p.

EUROPEAN UNION (EU). **DIRECTIVE 2006/7/EC of 15 February 2006: concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC**. Official Journal of the European Union, 2006, 15p.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. 2009. 275p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

GILBERT, R.O. On selecting the statistical rationale for revised EPA recreational water quality criteria for bacteria. In: WYMER, L.J (Ed). **Statistical framework for recreational water quality criteria and monitoring**. London: John Willey & Sons, 2007. p. 45-67. <https://doi.org/10.1002/9780470518328.ch4>

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, v.17, n.32, p. 103-120, jun. 2005.

HEALTH CANADA. **Guidelines for Canadian Recreational Water Quality**. Draft - 3 ed. Ottawa: Federal - Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment, 2010. 153p.

HIRAI, F.M.; PORTO, M.F.A. Metodologias de Previsão de Balneabilidade e sua Aplicação na Gestão da Qualidade da Água Destinada à Recreação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.19, n.3, p. 339-345, 2014. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v19n3.p339-345>

LOPES, F. W. A.; CARVALHO, A.; MAGALHÃES JR, A.P. Levantamento e avaliação dos impactos ambientais em áreas de uso recreacional das águas na bacia do Alto Rio das Velhas. **Caderno Virtual de Turismo**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p.177-190, 2011.

LOPES, F.W.A; MAGALHAES JR, A.P; PEREIRA, J.A.A. Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do Ribeirão Carrancas-MG. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.13, n.4, p. 111-120, 2008. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v13n4.p111-120>

LOPES, F.W.A; MAGALHAES JR, A.P; VON SPERLING, E. Metodologia para avaliação de condições de balneabilidade em águas doces no Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.19, n.4, p. 124-136, 2014. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v19n4.p124-136>

LOPES, F.W.A; MAGALHAES JR, A.P; VON SPERLING, E. 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.W.A; VON SPERLING, E.; MAGALHAES JR, A.P. Indicadores para balneabilidade em águas doces no Brasil. **Geografias**, v.11, n.1, p. 06-22, 2015.

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

MASSARA, C.; AMARAL, G.; CALDEIRA, R.; DRUMMOND, S.; ENK, M.; CARVALHO, O. Esquistossomose em área de ecoturismo do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública online**. v.24, n.7, p.1709-1712, 2008.

MELO, G.S.L.; MENEGON JÚNIOR, N. Problema da presença de espumas no médio Tietê superior. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25., 2009, Florianópolis, SC. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2009. 1 CD-ROM.

NATURAL RESOURCE MANAGEMENT MINISTERIAL COUNCIL (NRMMC). **Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality- Chapter 5: Guidelines for Recreational Water Quality and Aesthetic**. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra, 2000. 10p.

NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH COUNCIL (NHMRC). **Guidelines for Managing Risks in Recreational Water**. Australian Government, 2008. p.214.

NEW ZELAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT (NZME). **Microbiological Water Quality Guidelines for Marine and Freshwater Recreational Areas**. Wellington, New Zealand, 2003. 159p.

OLIVEIRA, C.K.R. **Proposta de classificação de relevância de quedas d'água como subsídio à Geoconservação**. 2016. 127p. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

PILOTTO, L.S. et al. Health effects of exposure to cyanobacteria (blue-green algae) during recreational water-related activities. **Aust. N.Z. J. Public Health**. v.21, p.562–566, 1997. <https://doi.org/10.1111/j.1467-842X.1997.tb01755.x>

REES, G. *et al.* Introduction. In: BARTRAM, J.; REES, G. (Ed.). **Monitoring Bathing Waters - a practical guide to design and implementation of assessments and monitoring programs**. London: WHO, 2000. p.9-14. <https://doi.org/10.4324/9780203462171.pt1>

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A.; MALAFAIA, G. **Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rios como instrumentos complementares na gestão de bacias hidrográficas envolvendo aspectos da geomorfologia fluvial: uma breve discussão**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1- 9, 2010.

- SMITH, D.G.; CROKER, G.F.; McFARLANE, K. Human perception of water appearance. Clarity and colour for bathing and aesthetics. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v.29, p. 29-43,1995. <https://doi.org/10.1080/00288330.1995.9516637>
- SZPILMAN, D. **Afogamento-Perfil Epidemiológico no Brasil-2009**. Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático-SOBRASA. 2012. 15p.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Turbidity – Water quality standards criteria – a compilation of state/federal criteria**. EPA 440/5-88/013,1988. 20p.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Bacteriological Ambient Water Quality Criteria for Marine and Fresh Recreational Waters**. EPA440/5-84-002, 1986. 24p.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Great lakes beach sanitary survey user manual**. EPA-823-B-06-001, 2008. 81p.
- VAN ASPEREN, I.A. *et al.* Risk of otitis externa after swimming in recreational fresh water lakes containing *Pseudomonas aeruginosa*. **BMJ**, v.311, p.1407-1410,1995. <https://doi.org/10.1136/bmj.311.7017.1407>
- VON SPERLING, E. Água para saciar corpo espírito: Balneabilidade e outros usos nobres. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville, 2003. **Anais....** ABES, Joinville, 2003 p.1-5.
- VASHCHENKO, Y. **Caracterização da trilha e o impacto do montanhismo nos Picos Camapuã e Tucum – Campina Grande do Sul-PR**. 2006. 106p. **Dissertação (Mestrado em Ciência do solo)** - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for safe recreational water environments - coastal and fresh waters**. Geneva, Switzerland, 2003. v.1. 253p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Monitoring Bathing Water: a Practical Guide to the Design and Implementation of Assessments and Monitoring Programs**. London: E & FN Spon, 2000. 311 p.