

Indicadores para balneabilidade em águas doces no Brasil

Frederico Azevedo Lopes
Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG
(Doutor em Análise Ambiental)
fredericolopes@ufmg.br

Eduardo Von Sperling
Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG
(Doutor em Limnologia)
eduardo@desa.ufmg.br

Antônio Pereira Magalhaes Jr
Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG
(Doutor em Desenvolvimento Sustentável)
magalhaesufmg@yahoo.com.br

RESUMO

Apesar de sua reconhecida importância para a sociedade e o contínuo aumento na demanda, o uso recreacional das águas doces no Brasil carece de estudos e programas específicos de monitoramento em grande parte do país. Além disso, a atual metodologia, estabelecida pela Resolução CONAMA 274/2000, está restrita a limitados indicadores. Neste contexto, este trabalho buscou levantar quais parâmetros de qualidade de água, ou outros fatores, que poderiam ser utilizados para aprimorar os atuais processos de avaliação de balneabilidade em águas doces no Brasil, através do desenvolvimento de um painel de especialistas. Os resultados do painel demonstram que a atual metodologia vigente pode ser aperfeiçoada através da inserção de novos parâmetros e critérios, considerando a crescente diversificação das fontes de contaminação de corpos d'água e garantindo, desta forma, maior segurança aos usuários.

Palavras chave: Balneabilidade, Indicadores, painel Delphi

ABSTRACT

Despite its recognized importance to society and the continuous demand increasing, the recreational fresh water use in Brazil lacks of specific studies and monitoring programs in most part of the country. Moreover, the current methodology, established by CONAMA's Resolution 274/2000, is restricted to limited indicators. In this context, this study aimed to raise what water quality parameters, or other factors, could be used to enhance the existing assessment processes for recreational freshwater quality use in Brazil, through the development of an expert panel. The panel results show that the current prevailing methodology can be enhanced through the inclusion of new parameters and criteria, considering the increasing diversification of the sources of contamination of water bodies, ensuring thus greater security conditions to users.

Keywords: *Recreational water quality, indicator, Delphi panel*

INTRODUÇÃO

A utilização das águas para a prática de atividades de lazer sempre esteve presente na cultura humana, principalmente nos países de clima favorável e com vasta riqueza de recursos hídricos, como o Brasil. Tais condições são propícias para a prática de atividades de recreação que envolvam o contato primário com as águas do mar, rios, cachoeiras, represas e lagoas.

A demanda por práticas de recreação desenvolvidas em contato com as águas tem crescido ao longo dos últimos anos, devido, especialmente, à busca por atividades em contato com o meio natural, em contraposição à vida moderna e ao ambiente dos centros urbanos. Entretanto, conforme Von Sperling (2003), nota-se uma carência de estudos e programas de monitoramento que avaliem as condições de balneabilidade, especificamente, em balneários de águas doces no Brasil.

O uso recreacional das águas demanda requisitos específicos de qualidade da água, ou seja, que atendam às condições de balneabilidade, tendo em vista o risco oferecido à saúde humana pela exposição direta e prolongada a organismos patogênicos, cianotoxinas, insetos vetores, metais pesados, óleos e graxas, presentes em corpos hídricos contaminados.

Segundo Pond (2005), a recreação em águas contaminadas oferece riscos de uma série de doenças de veiculação hídrica, especialmente no caso dos idosos, pessoas com baixa resistência imunológica e crianças. Considera-se que as crianças constituem um grupo de maior risco, pois tendem a permanecer em contato com as águas por longos períodos de tempo, em comparação aos demais grupos etários e, durante suas atividades, há maior possibilidade de ingestão acidental de água.

No Brasil, alguns balneários apresentam concentrações de indicadores de contaminação fecal, muito superiores aos valores de referência adotados pelas principais agências ambientais no mundo, devido à poluição advinda da pecuária e de esgotos domésticos, conforme apontam os estudos realizados por Esteves (1998), Vasconcelos et al.(2006); Lopes *et al.* (2008), Lopes e Magalhães Jr (2010), o que aumenta significativamente o risco aos usuários.

Atualmente, no Brasil, a avaliação da qualidade das águas de rios, lagoas e mares para atividades que envolvam o contato primário com as águas, ou seja, a balneabilidade, deve atender aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000. De acordo com a referida resolução, as condições de balneabilidade das águas doces são avaliadas em categorias, definidas de acordo com os teores de coliformes fecais (termotolerantes) ou *Escherichia coli*.

No entanto, a avaliação de tais indicadores não demonstra, necessariamente, a origem humana do material fecal, tendo em vista que a *E.coli* pode também ser encontrada em fezes de outros animais, bem como não são adequados para indicar a presença de protozoários e vírus entéricos. Conforme Van Asperen *et al.* (1995), as fontes de poluição de origem não fecal em águas recreacionais tem sido negligenciadas, haja vista que os critérios estabelecidos para a balneabilidade não incluem patógenos não fecais.

Além disso, fatores físicos e estéticos, que podem influenciar na qualidade e segurança da atividade recreacional de contato primário com as águas, não são contemplados na metodologia vigente no país.

Neste contexto, este trabalho buscou levantar quais parâmetros de qualidade de água, ou outros fatores, poderiam ser utilizados para aprimorar os atuais processos de avaliação de balneabilidade em águas doces no Brasil, através da construção e condução de um painel de especialistas, junto aos principais atores envolvidos no processo de monitoramento e avaliação da qualidade das águas para uso recreacional de contato primário, de forma subsidiar discussões e procedimentos para a necessária e urgente atualização da Resolução CONAMA 274/2000.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o levantamento das variáveis de qualidade da água mais significativas para a avaliação do uso recreacional de contato primário das águas doces no Brasil, optou-se pela utilização da técnica Delphi.

A referida técnica, investigativa, produto de um projeto da empresa norte-americana Rand Corporation iniciado na década de 1950, busca obter informações por meio da consulta junto a um painel de especialistas. O Delphi tem como características: o anonimato dos participantes, a possibilidade das opiniões serem revistas durante as rodadas de pesquisas (permitindo a reavaliação frente às opiniões dos demais participantes) e a representação estatística dos resultados. Dessa forma, espera-se minimizar a subjetividade imposta por um dado tema de pesquisa por meio da consulta a determinado grupo de especialistas (LINSTONE e TURROF, 1975).

A utilização de especialistas ainda é considerado um critério importante que confere maior credibilidade a muitas pesquisas, pois busca-se agregar a participação de profissionais que são formadores de opinião e possuem maior capacidade de avaliação das questões em foco (KAYO e SECURATO, 1997).

Visando atender aos requisitos da técnica Delphi, neste trabalho foram consultados

especialistas nos temas de qualidade das águas, saneamento e saúde pública, que deveriam opinar sobre parâmetros que comprometam as condições de balneabilidade, adotando-se a utilização de questionário eletrônico.

A seleção dos participantes no painel Delphi foi feita, primeiramente, através da consulta à Plataforma *Lattes* do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-Ministério de Ciência e Tecnologia. Esta plataforma integra e disponibiliza dados de currículos, de grupos de pesquisa e de instituições em um único sistema de informações, possibilitando a visualização de currículos e, conseqüentemente, as áreas de atuação e a produção técnica e científica dos principais pesquisadores em atuação no Brasil.

Desta forma, buscou-se identificar os principais pesquisadores com trabalhos relacionados à balneabilidade e à qualidade das águas, sendo selecionados aqueles com a maior titulação, além da produção técnica e científica correlacionada ao tema da pesquisa. Considerou-se também, a atuação profissional dos mesmos, visando à composição de um grupo representativo de especialistas atuantes em universidades, centros de pesquisa, órgãos ou agências ambientais e companhias de saneamento. Destaca-se ainda, a indicação de participantes por parte dos convidados, que, demonstrando claro interesse com a pesquisa, sugeriram outros nomes para compor o painel. Nestes casos, após se comprovar a experiência e a qualificação dos profissionais por meio de consulta à Plataforma *Lattes*, os indicados eram convidados, nos casos de atendimento aos critérios estabelecidos para a seleção dos participantes.

Em seguida foi enviada, via e-mail, uma carta convite, apresentando e descrevendo a proposta da pesquisa, bem como seus objetivos, aos pesquisadores. Junto a esta carta convite constava, em anexo, o primeiro questionário da pesquisa.

A elaboração do primeiro questionário foi feita através da seleção prévia de 43 parâmetros de qualidade da água que poderiam interferir na salubridade da atividade recreacional, englobando aspectos sanitários e estéticos. Tal levantamento foi baseado em estudos epidemiológicos e diretrizes internacionais (DUFOUR, 1984; PRUSS, 1998; ANZECC/ARMCANZ, 2000; NZME, 2003; EU, 2006 e HC, 2010), considerando o elevado risco de ingestão de água contaminada, bem como o prolongado contato com a pele, processos estes inerentes à atividade recreacional desenvolvida em contato com a água.

Nesta fase da pesquisa, os participantes ficaram frente às seguintes possibilidades de resposta: Incluir; Excluir ou Indeciso, considerando os parâmetros previamente selecionados. Para os parâmetros cujas respostas apontassem “Incluir”, os pesquisadores deveriam atribuir pesos de 1 a 100. O respondente também poderia sugerir novos

parâmetros e seus respectivos pesos, bem como fazer livremente comentários e sugestões.

Ao final desta primeira fase, fez-se a padronização da distribuição dos pesos pelos painelistas, considerando-se a soma de todos os pontos atribuídos pelo respondente como igual a 100, e foram calculadas as médias e as medianas dos pesos conferidos aos parâmetros avaliados pelo grupo.

A partir da compilação das informações obtidas no primeiro questionário, tais resultados foram enviados aos participantes, de forma que o respondente poderia ou não reavaliar suas respostas, mediante a opinião geral dos demais integrantes do painel. Neste segundo questionário, além da avaliação dos parâmetros previamente selecionados, foi solicitado, aos participantes, a seleção dos seis parâmetros considerados como prioritários para compor o índice, bem como seus respectivos pesos. Assim como na primeira fase, os pesos distribuídos foram padronizados, sendo calculadas as médias e as medianas dos mesmos.

A duração das duas rodadas do painel Delphi, realizadas para este trabalho foi de aproximadamente nove meses. As cartas convites foram enviadas a partir do dia 21/08/2010, sendo a primeira rodada encerrada na primeira quinzena de novembro do mesmo ano. Em seguida, a partir do dia 21/11/2010, foram enviados os questionários referentes à segunda fase da pesquisa, com uma nova chamada em março de 2011, sendo o último questionário recebido em 13/05/2011.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao final do prazo estipulado para a confirmação, os painelistas enviaram os respectivos formulários contendo as respostas, o que resultou em uma taxa de retorno de 33,3%. A baixa taxa de retorno obtida aponta para uma das desvantagens da utilização dessa técnica, pois pesquisas similares demonstram elevada abstenção, especialmente em grupos maiores, que demandam maior duração do painel (GIOVINAZZO, 2001).

De acordo com os resultados de Almeida e Oliveira (2007), a aplicação do painel Delphi via internet, apesar de ser mais rápida e prática, apresenta maior taxa de abstenção em relação à abordagem presencial. Enquanto os autores verificaram que a abordagem presencial obteve 82% de aceite em sua pesquisa, o percentual caiu para 32% no Delphi via internet. No entanto, a abordagem presencial é inviável nesta pesquisa considerando-se a montagem de um painel com especialistas em escala nacional, sobretudo considerando um elevado número de participantes.

Brown et al. (1970) e Magalhães Jr et al. (2003), obtiveram taxas de abstenção de

46 e 44% em seus painéis, ambos envolvendo um número significativo de participantes. Já em pesquisas desenvolvidas por Lopes e Libânio (2005) e Souza e Libânio (2009), as quais envolveram grupos menores para a elaboração de índices de avaliação de estações de tratamento de água, as taxas de abstenção ao término da primeira rodada foram de 11 e 25% respectivamente.

Conforme observado, houve um predomínio dos especialistas da região Sudeste, principalmente em função do elevado número de respondentes do estado de Minas Gerais, que apresentou o menor índice de abstenção dentre os convidados.

Além disso, a elevada concentração observada na Região Sudeste pode ser um reflexo da relativa disparidade de distribuição de recursos humanos qualificados na área de qualidade das águas, além da presença significativa de universidades e centros de pesquisa. Conforme dados da Plataforma Lattes, referentes ao ano de 2010, a maior parte dos doutores e mestres cadastrados, 52,8 e 42,55% respectivamente, está concentrada nessa Região.

O perfil dos painelistas que participaram da primeira rodada desta pesquisa aponta o predomínio de engenheiros civis e biólogos, correspondendo a 66,6% do total de respondentes. Estas áreas de formação, em geral, são as mais recorrentes em trabalhos relacionados à qualidade da água (Tabela 1).

Tabela 1. Formação básica dos painelistas.

Formação	no	%
Engenharia Civil	6	33,4
Biologia	6	33,4
Química	2	11,1
Farmácia e Bioquímica	2	11,1
Geografia	1	5,5
Engenharia Química	1	5,5

A relativa variedade da formação superior dos participantes demonstra que a área de recursos hídricos é de caráter multidisciplinar, sendo de fundamental importância a presença de diferentes profissionais na gestão das águas no país. A qualificação acadêmica dos participantes é um ponto em destaque neste grupo de especialistas que participaram da seleção dos parâmetros de qualidade da água, sendo que, em sua maioria (66,7%), possuem o título de doutorado, seguido por 27,8 % de pós-doutores.

Essa elevada qualificação observada é também reflexo do setor de atuação predominante dos participantes, haja vista que 61,1% dos mesmos atua em universidades públicas (Tabela 2). No entanto, pode-se destacar a alta qualificação de funcionários de

órgão públicos ambientais e empresas de saneamento, cujos profissionais apresentam mestrado e doutorado.

Tabela 2. Setores de atuação dos painelistas.

Setor	nº	%
Universidades	11	61,1
Órgãos ambientais	4	22,2
Empresas de saneamento	3	16,7

Apesar da discrepância observada em termos percentuais, foi possível obter respostas de participantes atuantes em todas as áreas de conhecimento previstas quando da composição do Delphi. Partiu-se do princípio que, além das considerações de acadêmicos formadores de opinião, também é de fundamental importância a visão e a experiência de profissionais que atuam na operacionalização de índices, o que contribui significativamente para avaliar critérios práticos e objetivos de implementação de uma nova metodologia de avaliação da qualidade das águas para uso recreacional de contato primário.

Os resultados da avaliação, referente à primeira rodada, pelos especialistas integrantes do Delphi demonstraram que, dentre os 43 parâmetros apresentados, apenas a *E.coli* obteve percentual máximo de inclusão dentre os participantes. No entanto, apesar da maior frequência, seu peso atribuído (13,7) foi inferior ao atribuído aos coliformes termotolerantes (15). Apesar de serem considerados indicadores limitados em relação a *E.coli*, por não apontarem que a contaminação seja exclusivamente de origem fecal, os coliformes termotolerantes ainda são amplamente utilizados, verificando-se que a própria Resolução CONAMA 274/2000 estabelece a utilização de *E.coli* ou coliformes termotolerantes para a classificação da qualidade das águas dos balneários. A referida legislação vigente determina que, no caso da utilização de mais de um indicador microbiológico, as águas deverão ser classificadas conforme o critério mais restritivo, que no caso das águas doces refere-se à *E.coli*.

O segundo maior percentual de inclusão (77,8%) correspondeu a óleos e graxas, e ao pH, o que indica a consonância aos critérios atualmente adotados na legislação, pois tais parâmetros são considerados na classificação das águas como impróprias para a atividade recreacional. Embora não possua valores de referência para óleos e graxas, a Resolução CONAMA 274/2000 permite a classificação da água como imprópria caso a presença destes elementos possa oferecer risco à saúde ou gerar condição hídrica desagradável à recreação. Já no caso do pH, os valores devem estar entre 6 e 9, à exceção de condições naturais que fujam a esta faixa.

Outro parâmetro indicador abrangido pela metodologia atual, mesmo sem o estabelecimento de parâmetros e seus respectivos critérios de classificação, refere-se à floração de algas ou outros organismos. Geradas especialmente em ambientes eutrofizados, as florações de cianobactérias podem produzir cianotoxinas neurotóxicas e hepatotóxicas, causando prejuízos à saúde humana em caso de ingestão (CHORUS e BARTRAM, 1999).

Desta forma, o painel de especialistas mostrou a importância de se avaliar tais efeitos, haja vista o significativo percentual de inclusão, observado para a densidade de cianobactérias (66,6%) com um peso médio atribuído de 8,2. Também relacionado à floração de algas, o parâmetro clorofila α , mesmo com baixo percentual de inclusão (38,9%) obteve uma média de peso de 8,8.

Conforme solicitado aos painelistas, além de parâmetros que possam oferecer riscos à saúde dos banhistas, também foram avaliados aqueles que poderiam interferir na qualidade da atividade recreacional como fatores estéticos e de segurança. Dentre estes, temperatura e turbidez foram os mais bem avaliados na opinião dos especialistas com 55,6 % de inclusão, e com respectivos pesos de 6,5 e 6,2.

Tais parâmetros são considerados práticos e de simples mensuração e podem permitir uma avaliação mais abrangente dos balneários, haja vista que a temperatura interfere diretamente na qualidade e duração do contato primário com as águas. Segundo a WHO (2003), a imersão em água fria pode causar efeitos negativos na habilidade de natação, o que pode ser o principal responsável pela maioria dos casos de afogamentos em águas frias.

A turbidez, por sua vez, influi diretamente na utilização recreacional das águas, pois os banhistas tendem a buscar águas com maior transparência. Além desse efeito estético, águas com turbidez elevada podem afetar a segurança dos banhistas, ao impedir a visualização de anteparos (rochas, galhos, bancos de areia) presentes, especialmente, no leito de ambientes naturais fluviais e lacustres, causando acidentes que podem acarretar em afogamentos durante atividades de mergulho.

Os resultados da primeira rodada do painel Delphi demonstraram que poucos participantes sugeriram a inclusão de parâmetros que não estavam contemplados na listagem inicial, destacando-se os *Enterococcus* com 27,8 % de inclusão e com uma média de peso de 0,8 (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros sugeridos pelos participantes.

Parâmetro	% de inclusão	Média Peso	Mediana Peso
Enterococcus	27,8	10,8	10,8
Alcalinidade	5,6	3,5	3,5
Caramujos vetores (Biomphalaria spp.)	5,6	4,35	4,35
Ascaris lumbricoides	5,6	NR	NR

Nota: * NR= Não foram atribuídos pesos.

Embora a Resolução CONAMA 274/2000 defina padrões referentes aos *Enterococcus* exclusivamente para as águas marinhas, alguns dos painelistas sugeriram sua inclusão também para avaliação de águas doces, devido à boa correlação entre este indicador e a ocorrência de doenças. Esta correlação em águas doces foi apontada por Prüss (1998), ao revisar os resultados de diversos estudos epidemiológicos desenvolvidos em águas recreacionais.

De posse destes resultados, os mesmos foram enviados aos 18 painelistas restantes juntamente com o segundo questionário, de forma a possibilitar a revisão de suas posições, caso houvesse interesse. Nessa segunda rodada do painel Delphi a taxa de retorno foi bem superior à verificada na primeira rodada da pesquisa de opinião, com devolução de 66,6% dos questionários respondidos.

Ao término do processo, dos 54 pesquisadores inicialmente abordados, apenas 12 enviaram o último questionário, resultando em um total de 22,2% de taxa de retorno. Almeida e Oliveira (2007) ao abordarem 155 pesquisadores, obtiveram somente 17 respostas (10%) ao término da última rodada. Tais resultados confirmam a complexidade de organização e manutenção da participação de um grupo de painelistas.

Uma das principais características e virtudes da metodologia Delphi é a possibilidade do participante rever suas opiniões, após tomar conhecimento do pensamento geral do grupo participante. Neste sentido, 91,7% dos respondentes nesta fase do painel, realizaram pelo menos uma alteração nos pesos anteriormente propostos pelos mesmos.

A partir da comparação entre os resultados das duas rodadas nota-se que a *E.coli* manteve-se como o indicador mais frequente dentre os participantes, sendo que, na segunda etapa, passou a ser o indicador com maior peso médio atribuído, o que na rodada anterior, havia sido atribuído aos coliformes termotolerantes (Tabela 4).

Tabela 4. Resultado da 2ª fase do Painel Delphi-Balneabilidade em águas doces: Parâmetros com mais de 60% de inclusão.

Parâmetro	% de inclusão	Média pesos	Mediana pesos
Escherichia coli	100	11,29	9,54
Densidade de cianobactérias	91,6	6,02	5,29
pH	83,3	5,52	4,71
Nitrogênio amoniacal total	75	6,88	4,80
Óleos e graxas	66,6	5,86	3,81
Turbidez	66,6	5,72	4,96
Oxigênio dissolvido	66,6	5,42	3,78
Enterococcus	66,6	5,28	4,63

A densidade de cianobactérias foi mais bem avaliada nesta fase do painel, passando de 66,6 para 91,6% de frequência entre os participantes.

Apesar da alteração observada nos pesos atribuídos, verifica-se a variação mais significativa para os coliformes totais, que passaram de 15 para 1,68. Este resultado demonstra a importância da fase de revisão dentro da metodologia Delphi, visto que os participantes que haviam sugerido a incorporação deste parâmetro revisaram suas opiniões ao observar que este indicador não é mais adotado pela maioria dos pesquisadores.

A revisão de opiniões também acarretou alteração da frequência de inclusão de parâmetros, pois, na primeira rodada, apenas quatro obtiveram percentual de inclusão acima de 60%, enquanto, na segunda rodada, foram oito os mais incluídos pelos especialistas (Tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros com percentual de inclusão acima de 60% e seus respectivos pesos nas duas rodadas do painel Delphi.

Parâmetro	Pesos	
	1ª rodada	2ª rodada
Escherichia coli	13,7	11,3
Óleos e graxas	6,7	5,8
pH	8,6	5,52
Densidade de cianobactérias	8,2	6,02
Nitrogênio amoniacal total	-	6,88
Turbidez	-	5,72
Oxigênio dissolvido	-	5,42
Enterococcus	-	5,28

Nota: (-) Não obtiveram 60% de percentual de inclusão na referida rodada.

Outro resultado que chama a atenção refere-se ao percentual de inclusão dos *Enterococcus* na segunda rodada do painel (66,6%). Mesmo sendo um parâmetro sugerido por 27,8% dos painelistas na primeira rodada e recomendado para águas marinhas, o valor obtido na última fase indica que os painelistas vislumbram uma boa aplicabilidade deste indicador em águas doces.

Dentre os parâmetros físico-químicos, o nitrogênio amoniacal total, oxigênio dissolvido e turbidez, também obtiveram melhores percentuais de inclusão na segunda rodada, passando a constar dentre os mais bem avaliados pelo grupo. Nesta segunda rodada, o peso atribuído ao nitrogênio amoniacal total (6,88) apresentou-se como o terceiro maior dentre todos os parâmetros, ficando atrás apenas de indicadores microbiológicos já existentes na legislação pertinente. Todavia, para o parâmetro óleos e graxas, verificou-se a redução no percentual de inclusão e no seu peso médio, de 6,7 para 5,8.

No entanto, cabe ressaltar que nem todas as alterações podem ser atribuídas à revisão das opiniões dos painelistas no decorrer das rodadas devido à redução do número de respondentes de uma rodada para a outra, o que influi, diretamente, nos pesos e percentual de inclusão.

Desta forma, conforme a opinião dos especialistas consultados, a utilização de indicadores de contaminação fecal ainda prevalece em detrimento à investigação específica de patógenos, por sua praticidade e boa correlação epidemiológica para certos tipos de enfermidades.

Os parâmetros físico-químicos, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, pH, nitrogênio amoniacal total e demanda bioquímica de oxigênio também foram relativamente bem avaliados ao longo de todas as etapas do painel, especialmente por serem considerados bons indicadores de fontes poluidoras nas águas.

A possível influência das florações de cianobactérias na qualidade da atividade recreacional e na saúde dos banhistas foi considerada pelos painelistas, especialmente com a boa avaliação do indicador densidade de cianobactérias para a composição do índice (50% de frequência), além da sugestão de inserção de parâmetros correlacionados, como a clorofila α e microcistinas.

Segundo a WHO (2003), em climas temperados, a dominância de cianobactérias é mais recorrente durante os meses de verão, período no qual a demanda pela atividade recreacional é maior, sendo que em algumas regiões, estas florações passam a ser encaradas como uma situação normal para o local. Já no contexto brasileiro, conforme IGAM (2010), o período de estiagem apresenta condições ideais às florações

de cianobactérias, devido à redução da vazão nos corpos d' água e a condições de temperatura adequadas, as quais favorecem a concentração destes microorganismos nas águas.

Embora as florações de algas sejam mais frequentes em ambientes lênticos, devido ao maior tempo médio de residência da água, alguns ambientes lóticos podem apresentar episódios de florações de algas, especialmente em períodos de estiagem, como no caso da floração ocorrida no Rio das Velhas em 2007, descrito por Jardim et al. (2008), e em 2010, conforme mencionado por Jardim (2011).

Dentre os parâmetros considerados importantes, do ponto de vista estético e com influência na segurança da atividade recreacional, como na primeira rodada, os óleos e graxas, seguidos pela turbidez, mantiveram-se como os mais bem avaliados. Embora não possuam valores de referência, os óleos e graxas já são contemplados pela resolução CONAMA 274/2000 para a classificação das condições de balneabilidade. Já a inserção da turbidez pelos especialistas, pode ser um reflexo da preocupação com a interferência que a transparência da água pode acarretar na segurança da atividade recreacional, pois o parâmetro transparência também chegou a ser sugerido. Além disso, a turbidez pode ainda ser um importante indicador da presença de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium parvum*.

No entanto, cabe ressaltar que nem todas as alterações podem ser atribuídas à revisão das opiniões dos painelistas no decorrer das rodadas devido à redução do número de respondentes de uma rodada para a outra, o que influi, diretamente, nos pesos e percentual de inclusão.

Como, na primeira rodada, diversos painelistas optaram por incluir um número muito grande de parâmetros, foi demandado no segundo questionário, que os painelistas selecionassem seis parâmetros para compor um possível índice de qualidade de água e seus respectivos pesos (Tabela 6). Esta opção foi uma tentativa de direcionar melhor os painelistas que pareciam não estar considerando a operacionalização do índice, especialmente na questão dos custos de um monitoramento frequente de balneários, através da utilização de um índice contendo muitas variáveis de qualidade da água.

Tabela 6. Parâmetros selecionados dentre os seis mais relevantes para composição do índice, conforme opinião dos painelistas.

Parâmetro	% de inclusão
Escherichia coli	100
Densidade de cianobactérias	50
Óleos de Graxas	41,6
Enterococcus	33,3
Caramujos vetores	33,3
pH	33,3
Oxigênio Dissolvido	33,3
Coliformes termotolerantes	33,3
Turbidez	25
DBO5	25
Nitrogênio amoniacal total	25
Condutividade	16,2
STD	16,2
Clorofila α	16,2
Schistosoma sp.	16,2
Entamoeba histolytica	16,2
Pseudomonas aeruginosa	8,3
Salmonella	8,3
Enterovírus	8,3
Microcistinas	8,3
Transparência	8,3
Fósforo total	8,3
Bolores totais	8,3

Como pode ser observado, novamente a *E.coli* foi o único parâmetro de consenso entre os participantes, o que reforça ainda mais sua relevância como indicador de contaminação fecal nas águas. No entanto, outros indicadores de contaminação fecal (*Enterococcus* e Coliformes termotolerantes) também foram inseridos por 33,3% dos participantes.

Dentre os participantes que sugeriram a inclusão de coliformes termotolerantes juntamente com a *E.coli*, nenhum deles justificou a escolha de dois indicadores semelhantes para integrar o índice. Alguns participantes, também, levantaram a possibilidade de se adotar os coliformes termotolerantes como alternativa a *E.coli*, mas enfatizaram que a mesma apresenta-se como um indicador mais específico e apropriado para a finalidade do índice voltado para balneabilidade.

Em relação aos *Enterococcus*, um dos participantes enfatizou sua aplicação, exclusivamente, no caso de águas marinhas, assim como estabelecido pela resolução CONAMA 274/2000. Já outro, apresentou que a boa correlação entre esse indicador e a

incidência de doenças gastrointestinais verificada em alguns estudos epidemiológicos, justificaria sua inserção juntamente com a *E.coli* no índice.

Desta forma, conforme a opinião dos especialistas consultados, a utilização de indicadores de contaminação fecal ainda prevalece em detrimento à investigação específica de patógenos, por sua praticidade e boa correlação epidemiológica para certos tipos de enfermidades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste contexto, considerando o levantamento de novas variáveis de qualidade da água para a proposta metodológica, a técnica Delphi, via internet, apresenta-se ainda como uma das mais práticas na obtenção de opiniões de renomados especialistas em determinado tema, notadamente quando se trata de temas com escassez de informações e profissionais especializados.

Um das maiores dificuldades na condução deste tipo de pesquisa é a administração da duração das rodadas. Apesar de parecer indelicado, a cobrança dos questionários através do envio de lembretes, apresentou-se de fundamental importância, devido ao incremento do número de respostas verificado após o envio dos mesmos. No entanto, a insistência nas cobranças, por parte do organizador do painel, talvez possa desestimular o participante.

Desta forma, a intervenção deve ser feita de forma sensata e balanceada, no intuito de reduzir os índices de abstenção, bem como assegurar respostas de boa qualidade, que dependem, fundamentalmente, da motivação e interesse do respondente em participar da pesquisa.

Cabe ressaltar, que todo painel de especialistas reflete a opinião do grupo respondente, não sendo, necessariamente, o consenso entre profissionais da área. No entanto, em função de o grupo consultado possuir representantes dos principais setores que lidam diretamente com o tema (universidades, órgãos ambientais e empresas de saneamento), os resultados demonstram importantes tendências, contribuindo assim, para uma futura avaliação integrada de condições de balneabilidade em águas doces no Brasil.

As observações e sugestões apresentadas pelos painelistas proporcionam uma intensa reflexão para determinado tema, uma vez que os diferentes pontos de vista permitem vislumbrar novas perspectivas para a interpretação dos resultados.

Neste contexto, o painel demonstrou que a metodologia vigente (Resolução

CONAMA 274/2000) poderia ser aperfeiçoada através da inserção de novos parâmetros e critérios, considerando a crescente diversificação das fontes de contaminação de corpos d'água e garantindo, desta forma, a segurança e o bem estar dos usuários.

As informações obtidas, ao longo do painel Delphi, podem subsidiar a formulação de uma nova metodologia integrada de avaliação de balneabilidade para águas doces, através da construção de um índice de qualidade da água, de forma a contribuir para o processo de monitoramento e gestão de tais áreas, objetivando uma avaliação mais ampla, prática e capaz de transmitir os resultados de forma inteligível ao público em geral.

AGRADECIMENTOS

Aos especialistas que participaram do Painel Delphi, pela generosa participação e valiosas contribuições para a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.A.S.; OLIVEIRA, I.B. Aplicação da metodologia de pesquisa Delphi, via internet, na seleção de parâmetros para elaboração de índices de qualidade de água. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, *Anais...* Belo Horizonte/MG. 2007.
- AUSTRALIA AND NEW ZEALAND ENVIRONMENT & CONSERVATION COUNCIL, AGRICULTURE AND RESOURCE MANAGEMENT COUNCIL - ANZECC/ ARMCANZ. *Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality*. National Water Quality Management Strategy - ANZECC/ ARMCANZ, Canberra, 2000. 215p.
- BROWN, R.M. et al. A water quality index- do we dare? *Water & Sewage Works*, Chicago, v. 117, n 10, pp 339-343, 1970.
- CHORUS, I.; BARTRAM, J. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring e management*. London: WHO, 400p, 1999.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000*. Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras. Brasília, 2000.
- DUFOUR, A. P. *Health effects criteria for fresh recreational waters*. U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, OH. EPA 600/1-84-004. 1984.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de limnologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.
- 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.
- GIOVINAZZO, R. A. Modelo de aplicação da Metodologia Delphi pela internet. Vantagens e Ressalvas. *Administração on Line*, v.2, n.2, pp.1-12, 2001.
- KAYO, E.K.; SECURATO, J.R. Método Delphi: fundamentos, críticas e vieses. *Caderno de Pesquisa em Administração*, São Paulo, v. 1, n. 4, pp. 51-61, 1997.
- HEALTH CANADA-HC. *Guidelines for Canadian recreational water quality*. 2 ed. Ottawa, Ontario. 2010, p. 100.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS-MG. *Monitoramento da qualidade das águas superficiais na sub-bacia do rio das Velhas em 2009*. Belo Horizonte, 2010. 206p.
- JARDIM, B. F. M. *Variação dos parâmetros físicos e químicos das águas superficiais da Bacia do Rio das Velhas-MG e sua associação com as florações de cianobactérias*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2011. 113p.
- JARDIM, F. A. et al. Cyanobacteria blooms in waters of river intake areas in Minas Gerais, Brazil, during the dry season of 2007 Contingency Plants. In: 9º. *Simpósio Ítalo-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Anais... Florença, Itália. 2008.
- LINSTONE, H.A.;

- TUROFF, M. *The Delphi method: techniques and applications*. Massachusetts: Adison-Wesley, 620p, 1975.
- LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES Jr, A. P.; PEREIRA, J. A. A. Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do ribeirão de Carrancas-MG. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, p. 111-120, 2008.
- LOPES, F.W.A.; MAGALHAES JR, A.P. Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do alto Rio das Velhas – MG. *Hygeia*. v.11, n.6,p.133 – 150, 2010.
- LOPES, V.C.; LIBÂNIO, M. Proposição de um índice de estações de tratamento de água (IQETA). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.10, n.4, p.318-328, 2005.
- MAGALHAES JR, A.P.M.; CORDEIRO NETO, O.M.; NASCIMENTO, N.O. Os indicadores como instrumentos de gestão das águas no atual contexto legal-institucional do Brasil- Resultados de um painel de especialistas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v. 8, n.4, pp. 49-67, 2003.
- NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT (NZME). *Microbiological Water Quality Guidelines for Marine and Freshwater Recreational Areas*. Wellington, New Zealand, 2003, 159p.
- POND, K. *Water recreation and disease. Plausibility of associated infections: acute effects, sequelae and mortality*. London: IWA/WHO, 231p, 2005.
- PRÜSS, A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *Journal of Epidemiology*, v.27, p.471-478,1998.
- SOUZA, M.E.T.A.; LIBANIO, M. Proposta de índice de Qualidade para Água Bruta afluenta a estações convencionais de tratamento. *Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*. v.14, n.4.pp.471-478, 2009.
- 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.
- VASCONCELOS, F.C.S.; IGANCI, J.R.V.; RIBEIRO, G.A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.73, n.2, p.177-182, 2006.
- VON SPERLING, E. Água para saciar corpo espírito: Balneabilidade e outros usos nobres. In *22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Anais.... ABES, Joinvile, 2003.