

LEVANTAMENTO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE EM ÁGUAS DOCES NO BRASIL

Frederico W. A. Lopes^{1}; Antônio P. Magalhães Jr² & Eduardo Von Sperling³*

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*

RECREATIONAL WATER QUALITY INDICATORS ASSESSMENT IN BRAZILIAN FRESHWATERS

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

1- 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.

¹Professor Adjunto - Instituto de Geociências / UFMG – fwalopes@gmail.com.

²Professor Associado – Instituto de Geociências / UFMG- magalhaesufmg@yahoo.com.br

³Professor Titular – Escola de Engenharia/UFMG- eduardo@desa.ufmg.br

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.

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. 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 do desenvolvimento de um painel de especialistas.

2- 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, 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). 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 impor-

tante que confere maior credibilidade a muitas pesquisas, pois busca-se agregar a participação de profissionais formadores de opinião (Kayo e Securato, 1997).

Deste modo, 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, em duas rodadas de consulta, realizadas entre 21/08/2010 e 13/05/2011.

A seleção dos participantes foi feita, primeiramente, através da consulta à Plataforma Lattes do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-Ministério de Ciência e Tecnologia. 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. A distribuição geográfica dos participantes foi levada em conta, a fim de obter opiniões de especialistas atuantes em todas as regiões do Brasil.

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. Este levantamento foi baseado na literatura disponível, 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 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.

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre os 54 especialistas convidados a participarem do painel Delphi, apenas um não aceitou o convite por motivos pessoais, enquanto outros não se manifestaram. Ao final do prazo estipulado para a confirmação, 18 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. 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.

Embora a elaboração da listagem dos painelistas a serem convidados tenha sido construída de forma a obter-se uma representatividade significativa nas diferentes regiões do país, houve um predomínio dos especialistas da região Sudeste, principalmente em função do elevado número de respondentes do estado de Minas Gerais.

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.

Essa disparidade observada na distribuição espacial dos recursos humanos apresenta-se como uma das dificuldades em se montar um painel de especialistas geograficamente abrangente, pois em muitos casos, a recusa e/ou abstenção por parte dos pesquisadores situados, principalmente, nas regiões Norte e Centro Oeste (regiões com menores percentuais de especialistas convidados), acaba por não possibilitar que as mesmas regiões estejam representadas.

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, seguidos por químicos, bioquímicos e geógrafos.

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 atuam em universidades públicas. No entanto, pode-se destacar a alta qualificação de funcionários de órgão públicos ambientais (22,2%) e empresas de saneamento (16,7%), cujos profissionais apresentam mestrado e doutorado.

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.

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.

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 1).

Tabela 1. 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
<i>Escherichia coli</i>	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
<i>Enterococcus</i>	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 4 obtiveram percentual de inclusão acima de 60%, enquanto, na segunda rodada, foram 8 os mais incluídos pelos especialistas (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros com percentual de inclusão acima de 60% e seus respectivos pesos nas duas rodadas do painel Delphi.

Parâmetro	Pesos	
	1ª rodada	2ª rodada
<i>Escherichia coli</i>	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
<i>Enterococcus</i>	-	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.

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*.

4- CONCLUSÕES

Neste contexto, considerando o levantamento de novas variáveis de qualidade da água para a proposta metodológica, embora o *feedback* do painel de especialistas tenha sido quantitativamente baixo, assim como os obtidos em pesquisas similares, 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 busca maior abrangência espacial.

Um das maiores dificuldades na condução deste tipo de pesquisa é a administração da duração das rodadas, sendo a cobrança dos questionários através do envio de lembretes, considerada 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 determinados participantes.

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 dos 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 e contribuem em muito para um futuro aperfeiçoamento do processo de avaliação de condições de balneabilidade em águas doces no Brasil.

Neste contexto, o painel demonstrou que a metodologia vigente (Resolução CONAMA 274/2000) 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.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.A.S.; OLIVEIRA, I.B. (2007). Aplicação da metodologia de pesquisa Delphi, via internet, na seleção de parâmetros para elaboração de índices de qualidade de água. In *Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Belo Horizonte/MG.
- BROWN, R.M. et al. (1970). A water quality index- do we dare? *Water & Sewage Works*, Chicago, v. 117, n 10, pp 339- 343.
- CHORUS, I.; BARTRAM, J. (1999). *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring e management*. London: WHO, 400p.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. (2000). *Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000. Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras*. Brasília.
- GIOVINAZZO, R. A. (2001). Modelo de aplicação da Metodologia Delphi pela internet. *Vantagens e Ressalvas. Administração on Line*, v.2, n.2.pp.1-12.
- KAYO, E.K.; SECURATO, J.R. (1997). Método Delphi: fundamentos, críticas e vieses. *Caderno de Pesquisa em Administração*, São Paulo, v. 1, n. 4, pp. 51-61.
- LINSTONE, H.A.; TUROFF, M.(1975). *The Delphi method: techniques and applications*. Massachusetts: Adison-Wesley, 620p.
- LOPES, V.C.; LIBÂNIO, M. (2005). Proposição de um índice de estações de tratamento de água (IQETA). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.10, n.4, p.318-328.
- MAGALHAES JR, A.P.M.; CORDEIRO NETO, O.M.; NASCIMENTO, N.O. (2003). 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.
- POND, K. (2005). *Water recreation and disease. Plausibility of associated infections: acute effects, sequelae and mortality*. London: IWA/WHO, 231p.
- SOUZA, M.E.T.A.; LIBANIO, M.(2009). 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.
- VON SPERLING, E. (2003). Água para saciar corpo espírito: Balneabilidade e outros usos nobres. In *Anais do 22 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. ABES, Joinvile.