

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE REGULAMENTAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DE BALNEABILIDADE

Fabio Muller Hirai¹; Monica Ferreira do Amaral Porto²

RESUMO – O uso da água para recreação de contato primário pode apresentar riscos à saúde de seus usuários, principalmente riscos microbiológicos e exposição à cianotoxinas. A qualidade da água para fins de recreação constitui a balneabilidade, sendo necessário o estabelecimento de critérios objetivos para sua avaliação, geralmente regulamentados por um instrumento normativo. O objetivo desse trabalho é apresentar os conceitos do monitoramento de balneabilidade, sua importância e aplicação prática no contexto da Região Nordeste, comparando as regulamentações brasileira (CONAMA 274/00), americana (USEPA), européia (*Directive 2006/7/EC*) e da Organização Mundial da Saúde (WHO). As regulamentações analisadas possuem diferenças significativas em diversos aspectos. Conclui-se que é necessária uma revisão da regulamentação brasileira, pois esta se encontra desatualizada em relação à metodologia de avaliação de conformidade, aos organismos indicadores contemplados e aos valores-padrão para meios aquáticos interiores e litorâneos, os quais não são diferenciados atualmente. Frente às limitações verificadas, a classificação de balneabilidade, da forma como é hoje aplicada na Região Nordeste, pode não representar a situação real, pois são muitas as incertezas decorrentes dos procedimentos de avaliação previstos na atual resolução federal brasileira.

ABSTRACT – The use of water for direct contact recreation may present health risks to its users, mainly microbiological hazards and exposure to cyanotoxins. In order to assess the quality of water for recreation, it is necessary to establish objective criteria, usually regulated by a legislative instrument. The aim of this paper is to present the concepts of bathing water monitoring, its importance and practical application in the context of the Northeast Region of Brazil, comparing the Brazilian regulation (CONAMA 274/00), the American criteria (USEPA), the European directive (*Directive 2006/7/EC*) and the World Health Organization (WHO) recommendations. There are significant differences in several aspects of the analyzed regulations. We conclude that a review of the Brazilian regulation is necessary, because it is outdated when comparing the method of conformity assessment, the indicators organisms contemplated and the concentration values adopted for inland and coastal aquatic environments, which currently are the same. Regarding the limitations noted, the classification of bathing waters, as it is applied in the Northeast Region, may not represent the real situation because there are many uncertainties deriving from the evaluation procedures contained in the current Brazilian federal resolution.

Palavras-Chave – balneabilidade, regulamentação, CONAMA 274

¹Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP, Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2 nº 83, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo – SP, fone: (11) 3091-5539, fax: (11) 3091-5161, email: fhirai@usp.br

²Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP, Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2 nº 83, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo – SP, fone: (11) 3091-5539, fax: (11) 3091-5161, email: mporto@usp.br

1. INTRODUÇÃO

A recreação de contato primário é um dos usos mais nobres da água, pois requer boas condições de qualidade do corpo hídrico para que não existam riscos significantes à saúde dos seus usuários. Em águas limpas, livres de contaminação, a atividade de recreação traz benefícios à saúde do seu usuário, como resultado da prática de atividade física que favorece o movimento das articulações do corpo e as condições cardiovasculares, além de servir como meio de relaxamento (Pond, 2005). Ademais, o uso da água para recreação pode ter uma importância fundamental no desenvolvimento de regiões e localidades que possuem o turismo como uma de suas principais atividades econômicas.

São vários os tipos de risco possíveis de existir a partir do uso de um corpo hídrico natural para recreação de contato primário, ou seja, quando o usuário tem contato direto com a água com possibilidade de ingeri-la durante atividades como natação, esqui aquático e mergulho (BRASIL, 2001). Inclui exposição a: microorganismos patogênicos, toxinas de cianobactérias, seres aquáticos perigosos, agentes físico-químicos, condições extremas de frio e calor, resíduos grosseiros e perigos físicos que podem causar lesões e afogamentos (WHO, 2003).

A qualidade da água para fins de recreação constitui a balneabilidade, sendo necessário o estabelecimento de critérios objetivos para sua avaliação. Tais critérios devem estar baseados em indicadores a serem monitorados e seus valores confrontados com padrões pré-estabelecidos para que se possa identificar as condições de balneabilidade de um determinado local (CETESB, 2005). Em geral, os indicadores são monitorados com objetivo de gerenciar o risco microbiológico de exposição a patogênicos oriundos de matéria fecal, embora também exista o monitoramento de cianobactérias e suas potenciais toxinas na água. Os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, doces e salinas, são estabelecidos na Resolução do CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000, que contempla padrões e critérios de monitoramento de bactérias indicadoras fecais e respectivas classificações de balneabilidade, de acordo com o nível da concentração dos indicadores na água.

Na região Nordeste do Brasil, além do grande potencial turístico das praias litorâneas, é muito comum o uso da água doce de açudes para a recreação de contato primário. Entretanto, as condições de infra-estrutura de saneamento básico, tais como coleta e tratamento de esgoto, são em grande parte deficientes e, muitas vezes, inexistentes em certos locais, comprometendo assim a qualidade das águas por assimilar cargas de esgoto *in natura*. O clima da região também tem papel fundamental na ocorrência de poluição difusa, ou seja, longos períodos de seca fazem com que a carga de poluição difusa gerada durante um evento de precipitação seja mais acentuada, pois muitos poluentes acumulados na bacia hidrográfica durante o período seco podem ser carreados pelo

escoamento superficial e atingir os corpos hídricos, degradando qualitativamente suas águas. Também é uma prática comum o livre acesso de gado para consumir água diretamente dos açudes, constituindo uma potencial fonte de contaminação fecal direta. É importante compreender que, dependendo da situação, existem riscos à população que pratica atividades recreativas de contato primário em praias litorâneas e de água doce, sendo necessárias avaliações das condições de qualidade da água com vistas à balneabilidade, de forma a proteger a saúde dos banhistas usuários.

O objetivo desse trabalho é apresentar os conceitos do monitoramento de águas de recreação e sua importância no contexto da Região Nordeste, comparando a regulamentação brasileira da Resolução CONAMA nº 274/2000 com as regulamentações internacionais da agência ambiental americana (*Environmental Protection Agency*) – USEPA – da União Européia e da Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization*) – WHO.

2. METODOLOGIA

Foi realizada revisão bibliográfica na literatura científica especializada e em publicações internacionais acerca de qualidade e monitoramento de águas destinadas à recreação, seus conceitos, metodologias e limitações, bem como tendências de inovações futuras relacionadas.

Foram levantadas informações referentes aos programas de monitoramento de balneabilidade junto aos sites eletrônicos dos órgãos ambientais responsáveis dos Estados da Região Nordeste, de forma a verificar as características gerais da rede de monitoramento, forma de divulgação de resultados e abrangência.

Por fim, foram analisadas e comparadas as regulamentações de padrões de balneabilidade do Brasil, dos Estados Unidos, da União Européia e da Organização Mundial da Saúde, a fim de destacar suas diferenças significantes.

3. RESULTADOS

3.1. Revisão bibliográfica – Monitoramento de Balneabilidade

O principal risco à saúde humana decorrente do uso de corpos hídricos naturais para recreação é a exposição a microorganismos patogênicos de origem fecal e toxinas de cianobactérias. O aumento da concentração de cianobactérias ocorre quando há eutrofização do corpo hídrico, podendo ocasionar o fenômeno de “*Bloom*”, que consiste na formação de uma espessa camada de algas na superfície da água que pode ser observada a olho nu. Sua ocorrência depende de diversos fatores ambientais, principalmente o aporte de nutrientes em ambientes lânticos. Já o aumento da concentração de patogênicos na água é decorrente do lançamento de cargas orgânicas domésticas, ou seja, sua origem é estritamente a matéria fecal de indivíduos infectados.

Como o risco de exposição à cianobactérias está relacionado ao fenômeno de “*Bloom*”, a regulamentação federal brasileira de balneabilidade adotou apenas o monitoramento visual do corpo hídrico, porém em locais como a Escócia (SCOTTISH EXECUTIVE HEALTH DEPARTMENT, 2002) e a Austrália (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2008) optou-se por monitorar a concentração de alguns tipos específicos de cianotoxinas presentes na água.

Monitorar microorganismos patogênicos isoladamente é problemático, pois pode haver diversos tipos de bactérias, vírus, protozoários e helmintos contaminando um corpo da água. Não existem técnicas capazes de detectar e quantificar os patogênicos em conjunto e as metodologias analíticas que existem são específicas de um ou outro tipo de microorganismo, podendo demandar altos custos e especialização técnica (CETESB, 2005). A Tabela 1 (Sperling, 2005; USEPA, 2009, WHO, 2003) apresenta alguns exemplos de microorganismos patogênicos encontrados em águas de recreação, bem como respectivos sintomas e doenças que podem causar.

Tabela 1 – Microorganismos patogênicos, doenças e sintomas

Microorganismo Patogênico	Doença / Infecção	Principais sintomas
Bactérias		
<i>Campylobacter</i> spp.	Gastroenterite	Diarréia, febre, náusea, vômito
<i>Escherichia coli</i> 0157	Gastroenterite	Diarréia
<i>Leptospira</i> spp.	Leptospirose	Icterícia, febre
<i>Salmonella</i> spp.	Gastroenterite/febre tifóide e paratífóide	Diarréia, febre, aumento do baço, envolvimento dos tecidos linfáticos e intestinos
<i>Shigella</i> spp.	Disenteria bacilar	Diarréia aguda
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	Diarréia aguda, desidratação
Vírus		
Adenovírus	Doença respiratória/gastroenterite	Irritação das vias aéreas, diarréia
Hepatite A	Hepatite infecciosa	Icterícia, febre
<i>Poliomyelitis virus</i>	Poliomelite	Paralisia, atrofia
Rotavírus/Enterovírus/Norovírus	Gastroenterite	Diarréia, vômito
Protozoários		
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Criptosporidiose	Diarréia
<i>Entamoeba histolytica</i>	Disenteria amebiana	Diarréia crônica
<i>Giardia lamblia</i>	Giardíase	Diarréia, náusea, indigestão, flatulência
Helmintos		
<i>Ascaris</i> spp.	Ascaridíase	Manifestações pulmonares, deficiência nutricional, obstrução intestinal e de outros órgãos
<i>Ancylostoma</i> spp./ <i>Necator</i> sp.	Anemia	Fraqueza, indisposição, falta de apetite
<i>Schistosoma</i> spp.	Esquistossomose	Reação alérgica na pele, febre, dor de cabeça, náusea, vômitos, aumento do fígado e baço
<i>Trichuris</i> spp.	Tricuríase	Diarréia com sangue, prolapso retal

A abordagem comum em todo o mundo é regulamentar e realizar o monitoramento de bactérias indicadoras fecais para avaliação da balneabilidade. As bactérias indicadoras devem possuir algumas características específicas, tais como serem abundantes na matéria fecal em maior densidade que os patogênicos; possuir capacidade de sobrevivência e persistência no meio ambiente semelhante aos patogênicos; não se reproduzir em meio aquático; serem facilmente detectáveis e quantificáveis através de técnicas laboratoriais simples e consolidadas; serem aplicáveis a águas de recreação naturais; estarem ausentes em águas naturais não contaminadas por poluição fecal; apresentarem densidade diretamente correlacionada com o grau de contaminação fecal e quantitativamente relacionada às doenças associadas aos banhistas (CETESB, 2005). Entretanto, essas características constituem uma definição teórica de um indicador ideal e tal organismo que possua todas essas características integralmente não existe. Os indicadores mais comumente utilizados são os coliformes totais, coliformes termotolerantes (fecais), *Escherichia coli* e Enterococos.

A grande desvantagem desse tipo de monitoramento está no fato de que as atuais técnicas de detecção e quantificação dos indicadores levam em média entre 24 e 48 horas para obtenção dos resultados (USEPA, 2010). Dessa maneira, as decisões de gestão ficam baseadas em condições passadas, as quais podem ser diferentes da situação presente já que existe uma grande variabilidade das concentrações de indicadores na água ao longo de tempo, sejam em semanas, dias e até mesmo horas (Boehm *et al.*, 2002; Crowther *et al.*, 2001), devido a uma série de fatores ambientais como incidência de radiação solar, temperatura, ocorrência de predadores naturais no meio ambiente aquático, eventos de precipitação, existência de descargas de efluentes e escoamentos de drenagem, profundidade, estratificação e mistura (por ação de ventos e ondas). Os critérios adotados pelas regulamentações de balneabilidade objetivam, portanto, uma avaliação sistemática probabilística das praias, e não instantânea. Isso significa que a recreação em locais com classificação de má condição de balneabilidade tem maior probabilidade de causar efeitos adversos à saúde humana, pois há maior probabilidade de haver altas concentrações de indicadores fecais e microorganismos patogênicos.

Muitos autores, porém, já demonstraram que algumas bactérias indicadoras são capazes de se adaptar e sobreviver em clima tropical (Muñiz *et al.*, 1989), sedimentos (Davies *et al.*, 1995), algas (Whitman *et al.*, 2003) e areias (Alm *et al.*, 2003) presentes nas praias. Ishii *et al.* (2007) verificou que, eventualmente, essas bactérias indicadoras podem ser carregadas para água através de escoamento superficial, ação de ondas ou aumento da turbulência dos sedimentos no corpo hídrico. Isso significa que, em determinadas situações, a presença desses indicadores na água pode não estar relacionada com ocorrência de poluição fecal recente, o que constitui uma limitação do seu

emprego (Hartz *et al.*, 2008). Por fim, há evidências de que existem riscos diferentes em relação à exposição à matéria fecal humana e matéria fecal animal, sendo que a atual metodologia de monitoramento de bactérias indicadoras não consegue diferenciar suas origens (USEPA, 2009).

Frente a isso, diversas linhas de pesquisa se desenvolvem atualmente para sanar algumas dessas limitações e incertezas. Pesquisas têm demonstrado o uso de técnicas analíticas inovadoras, como a QPCR – *Quantitative Polymerase Chain Reaction*, capaz de obter resultados de concentrações de indicadores em amostras dentro de 4 a 6 horas, sendo estes valores correlacionados com a ocorrência de distúrbios gastrointestinais na população de estudo (Wade *et al.*, 2006). Estudos epidemiológicos têm sido conduzidos para a melhor compreensão da diferença de riscos à saúde oriundos do contato com matéria fecal humana e animal, assim como o desenvolvimento de técnicas que possam diferenciar a origem da matéria fecal – MST (*Microbial Source Tracking*) (USEPA, 2009). Algumas linhas de estudo são direcionadas a desenvolver novos métodos com indicadores alternativos a fim de substituir ou melhorar o uso dos indicadores tradicionais, incluindo esteróis fecais, cafeína, bacteriófagos, entre outros (USEPA, 2007). O desenvolvimento e aplicação do uso de modelos de previsão das condições de balneabilidade, com uso de parâmetros como precipitação, turbidez, vazão e ventos, têm mostrado sucesso em muitas praias dos Estados Unidos e da Europa, sendo uma linha de pesquisa muito promissora nesta área (USEPA, 2010).

3.2. Fatores ambientais locais que se correlacionam com as condições de balneabilidade

Além das condições de sobrevivência das bactérias indicadoras, são diversos os fatores que podem influenciar as condições de balneabilidade de um corpo hídrico de um determinado local. Dentre eles, podemos considerar as condições de saneamento da bacia como o principal, pois locais onde não há coleta e tratamento de esgoto ficam sujeitos a contaminar os corpos da água da circunvizinhança diretamente com o lançamento de esgoto *in natura*, constituindo a principal fonte de poluição fecal dos recursos hídricos. O uso e ocupação do solo na bacia estão intimamente relacionados com a balneabilidade, pois bacias de ocupação predominantemente agrária, com pastagens e criação de animais, irão contribuir muita matéria fecal de origem animal num evento de poluição difusa em comparação com bacias de ocupação predominantemente urbana. Logo, eventos de precipitação também são correlacionados com a balneabilidade (Ackerman e Weisberg, 2003).

Podemos citar ainda a intensidade e direção de ventos, ondas, marés (no caso de praias litorâneas) e a vazão da água (no caso de praias de rios) como fatores que influenciam as condições de mistura do corpo hídrico. A existência de corpos hídricos afluentes à praia pode influenciar negativamente as condições de balneabilidade, dependendo da qualidade da água afluente. A densidade de banhistas na praia e a infra-estrutura de saneamento local, como existência de toaletes

públicos na praia, também são fatores significantes. Gerba (2000) avaliou em pesquisa científica a contribuição patogênica de banhistas que praticam recreação de contato primário e os respectivos impactos sobre a qualidade da água. A presença de animais, como pássaros e gado de criação, é outro fator significativo. Lévesque *et al.* (1993) demonstrou o impacto de pássaros da espécie *Larus delawarensis* sobre a qualidade de águas recreacionais.

3.3. Regulamentações de balneabilidade

3.3.1. Brasil

A regulamentação específica que define os critérios de balneabilidade aplicáveis em águas doces, salinas e salobras do Brasil, é a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274, de 29 de novembro de 2000. São três os indicadores fecais contemplados na CONAMA 274/00: coliformes fecais (termotolerantes), *Escherichia coli* e enterococos (aplicável apenas para águas marinhas), sendo que quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, a balneabilidade deverá ser avaliada de acordo com o critério mais restritivo.

As águas deverão ter suas condições avaliadas nas categorias “própria” e “imprópria”. Para tanto, o critério de avaliação empregado é o da conformidade percentual de 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local³, frente aos valores-padrão de concentração de indicadores definidos na resolução. As águas consideradas “próprias” poderão ser subdivididas em categorias, de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 2 – Critérios para categorias de águas “próprias” do CONAMA nº 274/00

Condição "PRÓPRIA"	Coliformes termotolerantes	<i>Escherichia coli</i>	Enterococos	un/100 mL
Excelente	250	200	25	
Muito boa	500	400	50	
Satisfatória	1000	800	100	

Por exemplo, uma praia que foi amostrada uma vez por semana, durante cinco semanas consecutivas, será classificada como “muito boa” se no mínimo quatro amostras possuírem, no máximo, a concentração de 25 enterococos por 100 mililitros.

As águas deverão ser classificadas como “impróprias” quando:

- Não atender os critérios estabelecidos para águas próprias;

³ A amostragem deve ser feita preferencialmente nos dias de maior afluência de público às praias, a critério do órgão de controle ambiental competente, sendo efetuada no local de maior concentração de banhistas, na isóbata de um metro.

- Valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- Incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias (recomenda-se, em praias ou balneários sistematicamente impróprios, a pesquisa de organismos patogênicos);
- Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;
- Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos;
- Outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

3.3.2. Estados Unidos (USEPA)

O critério americano para avaliação de águas de recreação, doces e salinas, é regulamentado pela USEPA – *United States Environmental Protection Agency*. A última regulamentação data da década de 80 (USEPA, 1986), porém já está sendo realizada uma revisão desses critérios, sendo prevista sua adoção ainda para o ano de 2012 (Robiou, 2011). Na regulamentação de 1986, são contemplados dois indicadores fecais: *Escherichia coli* (aplicável somente para águas doces) e enterococos, sendo que apenas um deve ser utilizado na avaliação de um determinado corpo hídrico, o qual é selecionado pela agência regulatória de acordo com as condições de cada local monitorado.

O critério de avaliação deve ser baseado em um número estatisticamente suficiente de amostras, geralmente não menos do que cinco igualmente espaçadas sobre um período de trinta dias. Utiliza-se a média geométrica das densidades bacteriológicas de indicadores obtidas nas amostras, que não deve exceder os padrões determinados. Ademais, nenhuma amostra individual poderá exceder um limite de confiança, calculado através do desvio padrão logarítmico específico da série de dados de cada local e de um fator que depende do grau de uso do corpo hídrico avaliado, ou seja, locais com maior frequência de uso possuem limites de confiança menores de concentração de indicadores do que locais com pouca frequência de uso. A tabela⁴ a seguir apresenta os critérios americanos para águas de recreação:

⁴ As densidades máximas de amostras individuais foram calculadas através de fatores padrões, definidos pela USEPA, os quais devem ser utilizados em casos onde os dados são insuficientes para estabelecer o desvio padrão logarítmico.

Tabela 3 – Critérios americanos da USEPA (1986)

	Densidades máximas permitidas em amostras individuais					
	Taxa aceitável de gastroenterites associadas à recreação, a cada 1000 banhistas	Média geométrica da densidade de indicadores, em condições estáveis	Área designada para banho	Recreação de contato primário moderada	Recreação de contato primário leve	Pouca frequência de recreação de contato primário
Água doce						
Enterococos	8	33	61	78	107	151
<i>Escherichia coli</i>	8	126	235	298	409	575
Água marinha						
Enterococos	19	35	104	158	276	501

3.3.3. União Européia

A atual regulamentação européia para gestão da qualidade de águas de recreação é a *Directive 2006/7/EC* do Parlamento Europeu e Conselho da União Européia, de 15 de Fevereiro de 2006, aplicável para qualquer corpo de água natural superficial utilizado para recreação, costeiro ou interior. São necessárias observações e avaliações da qualidade da água sobre períodos extensos a fim de se obter uma classificação realista das águas de recreação. Sendo assim, a classificação é idealmente feita com base em conjuntos de dados de qualidade da água compilados em relação à recente temporada de recreação veraneia (*bathing season*) e às três temporadas precedentes. Portanto um período de avaliação equivale a quatro temporadas de recreação, resultando em uma classificação de qualidade “má” (*poor*), “suficiente” (*sufficient*), “boa” (*good*) ou “excelente” (*excellent*), conforme critérios estabelecidos.

A conformidade ou irregularidade com os valores-padrão de concentração de indicadores é baseada sobre uma avaliação percentil (90 e 95) da função densidade de probabilidade $\log_{10}$ normal dos dados microbiológicos adquiridos da amostragem de um corpo hídrico em particular. Os procedimentos de cálculo dos valores de percentil são detalhados na regulamentação (THE EUROPEAN PARLIAMENT e THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2006).

Tabela 4 – Padrões para classificação de qualidade da água de recreação – U.E.

Parâmetro	Excelente	Boa	Suficiente	Métodos de Análise Referência
Águas interiores				
Enterococos (UFC/100mL)	200*	400*	330**	ISO 7899-1 ou ISO 7899-2
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	500*	1000*	900**	ISO 9308-3 ou ISO 9308-1
Águas costeiras e de transição				
Enterococos (UFC/100mL)	100*	200*	185**	ISO 7899-1 ou ISO 7899-2
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	250*	500*	500**	ISO 9308-3 ou ISO 9308-1

* Baseado na avaliação do percentil-95

** Baseado na avaliação do percentil-90

UFC: Unidade formadora de colônias

Por exemplo, se o valor do percentil-95 da função densidade de probabilidade $\log_{10}$ normal gerada a partir da série de dados da concentração de *Escherichia coli* de uma determinada praia interior, obtida num período de avaliação, for igual ou menor que 500 UFC/100mL, sua classificação será “excelente”. Isso significa que, considerando a concentração de indicador na água como uma variável aleatória, em águas de classificação “excelente” há 95% de probabilidade da concentração de *E. coli* ser menor que 500 UFC/100mL. Por outro lado, se o valor percentil-90 for maior que 900 UFC/100mL, sua classificação será “má”.

No plano de monitoramento são exigidos que os países membros identifiquem as praias de banho, tracem o perfil sanitário de cada uma e estabeleçam um calendário de monitoramento com antecedência ao início da temporada de recreação. O ponto de monitoramento deve ser na localização onde há maior densidade de banhistas ou onde houver o maior risco de poluição, de acordo com o perfil sanitário do local.

3.3.4. Organização Mundial da Saúde

Os padrões de qualidade de águas de recreação estabelecidos pela *World Health Organization* – WHO – são apresentados no documento *Guidelines for Safe Recreational Water Environments*, publicado em 2003, dividido em dois volumes: o primeiro para águas naturais costeiras e interiores (atualizado em 2009) e o segundo para piscinas e ambientes similares. É um extenso documento guia que descreve detalhadamente as principais características do monitoramento e avaliação da segurança do meio em consideração, bem como os principais fatores que influenciam decisões sobre o desenvolvimento de estratégias para o controle dos riscos à saúde considerados (WHO, 2003).

O guia da WHO abrange diversos tipos de risco, como afogamento, insolação, poluição fecal/qualidade da água, microorganismos de vida livre, aspectos microbiológicos de areias, algas e cianobactérias em águas doces e marinhas, aspectos estéticos, agentes físicos, químicos e organismos perigosos. Entretanto são definidos padrões de qualidade apenas para o indicador fecal enterococos⁵ e para cianobactérias em águas doces, este último dividido em três níveis de acordo com a probabilidade de efeitos adversos à saúde: baixa, moderada e alta, detalhando riscos à saúde e ações típicas de gestão recomendadas para cada situação.

A classificação de qualidade é obtida pela combinação entre resultados da inspeção sanitária, que categoriza a susceptibilidade de influência fecal à praia, e da avaliação microbiológica de

⁵ Os valores-padrão de enterococos foram estabelecidos para águas marinhas. Como até então não havia evidências suficientes para definir uma concentração padrão em águas doces, o mesmo valor para águas marinhas foi aplicado às águas doces. Avaliações de risco concluíram que um mesmo nível do indicador fecal em água doce resulta em um risco microbiológico menor, possivelmente devido à diferença de taxa de mortalidade do indicador nos diferentes meios.

qualidade da água, que compara valores de concentração de enterococos em amostras de água com valores-padrão, expressos em termos do percentil-95 da distribuição da série de dados, analogamente à metodologia europeia. Diversos aspectos são analisados no documento guia, de forma a prover direcionamentos para atuação da gestão em prol da melhoria da qualidade das águas de recreação e proteção à saúde.

Tabela 5 – Padrões de qualidade microbiológica para águas de recreação – WHO (2003)

Categoria	Valor do percentil-95 (Enterococos/100mL)	Risco estimado por exposição	
		Doenças gastrointestinais	Doenças agudas febris respiratórias
A	≤40	<1%	<0,3%
B	41-200	1-5%	0,3-1,9%
C	201-500	5-10%	1,9-3,9%
D	>500	>10%	>3,9%

Tabela 6 – Matriz de classificação de ambientes aquáticos recreacionais – WHO (2003)

Categoria da Avaliação de Qualidade Microbiológica***				
Categoria da Inspeção Sanitária**	A ≤40	B 41-200	C 201-500	D >500
Muito baixa	Ótima	Ótima	Follow up*	Follow up*
Baixa	Ótima	Boa	Razoável	Follow up*
Moderada	Boa	Boa	Razoável	Ruim
Alta	Boa	Razoável	Ruim	Péssima
Muito Alta	Follow up*	Razoável	Ruim	Péssima

* Necessário mais investigações

** Susceptibilidade à influência fecal

*** Percentil-95 de Enterococos/100mL

Tabela 7 - Níveis padrões para gerenciamento de risco de exposição à cianobactérias

Nível de Probabilidade de efeitos adversos	Níveis Padrões/Situação	
	células de cianobactérias/mL	clorofila-a/L
Relativamente baixo	20.000	10µg
Moderado	100.000	50µg
Alto	Formação de espuma	

3.4. Programas de Monitoramento de Balneabilidade na Região Nordeste

A região nordeste é a que possui o maior número de Estados do país (nove no total): Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, cada qual com seu órgão gestor de recursos hídricos. A tabela a seguir descreve o tipo e a dimensão da rede de monitoramento de balneabilidade existente em cada um.

Tabela 8 - Descrição dos programas de monitoramento existentes no Nordeste

Estado**	Órgão responsável pelo monitoramento de balneabilidade	Tipo de Monitoramento	Nº de pontos monitorados*
Alagoas	IMA - Instituto do Meio Ambiente - AL	Balneabilidade de praias litorâneas com periodicidade semanal. Divulgação da classificação de qualidade nos boletins. Parâmetro microbiológico analisado é coliformes termotolerantes	55
Bahia	INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos	Balneabilidade de praias litorâneas com periodicidade semanal. Divulgação da classificação de qualidade nos boletins. Parâmetro microbiológico não é expresso nos laudos	34
Ceará	SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente	Balneabilidade de praias litorâneas com periodicidade semanal na região de Fortaleza e mensal no litoral leste e oeste do Estado. Divulgação da classificação de qualidade nos boletins. Parâmetro microbiológico analisado é coliformes termotolerantes	31 semanais 34 mensais
Maranhão	SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Maranhão	Balneabilidade das praias litorâneas da orla de São Luís e São José de Ribamar com periodicidade semanal. Divulgação da classificação de qualidade nos boletins. O parâmetro microbiológico analisado é <i>Escherichia coli</i>	26
Paraíba	SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente	Balneabilidade de praias litorâneas com periodicidade semanal nos municípios de João Pessoa, Lucena e Pitimbu. Nos demais municípios do Estado a periodicidade é mensal. Divulgação da classificação de qualidade nos boletins. Parâmetro microbiológico analisado não é expresso nos laudos	56
Pernambuco	CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente	Balneabilidade de praias litorâneas com periodicidade semanal. Divulgação da classificação de qualidade nos boletins. Parâmetro microbiológico analisado é coliformes termotolerantes. Há um ponto de monitoramento no Rio São Francisco, na cidade de Recife. Há programa de monitoramento na ilha de Fernando de Noronha, porém não foram encontradas maiores informações no site da agência	47 litorâneos 1 no Rio São Francisco
Rio Grande do Norte	IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do RN	Balneabilidade de praias litorâneas com periodicidade mensal. Divulgação da classificação de qualidade nos boletins. Parâmetro analisado é coliformes termotolerantes.	48
Sergipe	ADEMA - Administração Estadual do Meio Ambiente	Balneabilidade de praias litorâneas e interiores, incluindo pontos no Rio São Francisco, com periodicidade semanal. Divulgação da classificação de qualidade nos boletins. Parâmetro microbiológico analisado especificamente para balneabilidade não é expresso nos boletins	28, sendo 4 no Rio São Francisco

* Números obtidos nos boletins mais recentes, consultados através dos sites eletrônicos dos órgãos responsáveis (acesso em 15/05/2012)

** Não foram encontradas informações referentes a programas de monitoramento de balneabilidade no Estado do Piauí

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

As regulamentações analisadas possuem diferenças significativas em diversos aspectos. Sendo assim, todos os valores-padrão de concentração de indicadores fecais são distintos, devido às diferentes abordagens. Enquanto o critério americano é baseado em valores de média geométrica de amostras, as regulamentações do Brasil, WHO e União Européia baseiam-se na porcentagem de conformidade de amostras coletadas.

Ambas as abordagens possuem limitações. A média geométrica é estatisticamente uma medida mais estável, porém é devido ao fato de que a variabilidade inerente na distribuição dos dados de qualidade da água não é caracterizada nessa medida. Entretanto é essa variabilidade que gera os altos valores no final da distribuição estatística, os quais são de maior interesse à saúde pública. O sistema de conformidade percentual, por outro lado, reflete bastante a variabilidade do final da distribuição de dados de qualidade da água e tem o mérito de ser uma metodologia mais facilmente compreendida. Porém é influenciada por uma grande incerteza estatística e logo é uma medida menos confiável de qualidade da água, requerendo cautela na aplicação em regulamentação. É importante notar que no cálculo de valores de percentil não há uma só maneira correta de realizá-lo, sendo então necessário saber qual metodologia está sendo empregada, pois cada uma irá gerar resultados diferentes. (WHO, 2003, p.68, tradução nossa).

WHO e União Européia utilizam valores de percentil da função densidade de probabilidade obtida da série de dados de qualidade da água, enquanto que na regulamentação brasileira são usados os valores de concentração de indicadores, comparados diretamente com os padrões estabelecidos, exigidas conformidade em 80% das amostras de um determinado período.

A simples porcentagem de conformidade num período não incorpora na sua derivação a função densidade de probabilidade que descreve a distribuição do organismo indicador num local particular de amostragem. A limitação mais importante dessa metodologia é que ela falha em não considerar todo o conjunto de dados. Em contraste, o valor de percentil é calculado através da função densidade de probabilidade que descreve toda a série de dados coletados e a distribuição das medidas de organismos indicadores em um determinado local. Portanto, essa distribuição está inerente no cálculo do valor de percentil, resultando numa descrição mais precisa da densidade de organismos indicadores em um determinado local. (WHO, 2000, p. 185, tradução nossa).

Nos Estados Unidos, a média geométrica é a estatística utilizada como medida de conformidade pela USEPA.

Por definição, a média é uma medida da tendência central. Sendo assim, os valores individuais tendem a variar relativamente próximos do valor dessa estatística. No contexto do monitoramento de qualidade da água, o uso da média irá resultar numa situação na qual a maior

medida de organismo indicador se tornará obscura pelas propriedades inerentes ao cálculo da média. O uso da média geométrica irá obscurecer ainda mais os valores extremos. (WHO, 2000, p. 184, tradução nossa).

O critério americano e o brasileiro possuem uma semelhança no que tange o limite aplicável a amostras individuais, ou seja, amostras coletadas em um local que apresentem valores de concentração de indicadores muito altos podem ser suficientes para classificá-lo como inadequado. Entretanto, o critério americano especifica o cálculo de derivação desses limites individuais o qual considera, na sua adoção, as particularidades de cada praia no aspecto da frequência em que é utilizada. Já o critério brasileiro não especifica a derivação dos valores de concentração limite e os fixa para serem aplicados em todo o país, o que é uma limitação, pois existe uma vasta diversidade em relação às características particulares de cada praia por todo o Brasil.

Os períodos de monitoramento e números de amostragens exigidos para avaliação também diferem significativamente entre as regulamentações. Nos EUA são requeridas no mínimo cinco amostras igualmente espaçadas no período de trinta dias, de forma semelhante ao Brasil, que exige um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas do período de avaliação. Já na União Européia a classificação de qualidade é obtida após compilar resultados de quatro temporadas, ou seja, dados de amostragens sistemáticas no verão de quatro anos consecutivos. A WHO recomenda, para propósitos práticos, que dados de 100 (cem) amostras coletadas num período de 5 (cinco) anos sejam utilizados no propósito de avaliação da qualidade microbiológica da água. Considerando que esses números quantitativos não são fixos (apenas uma recomendação), a organização reconhece que cada situação irá demandar quantidades diferentes, dependendo das particularidades de cada local. Porém, quanto maior o número de amostras, maior é a precisão da avaliação. Isso significa que qualquer classificação de uma praia baseada em um número pequeno de resultados de análises microbiológicas está sujeita a uma incerteza considerável (WHO, 2009).

Uma diferença marcante entre a regulamentação brasileira e as abordagens da WHO e União Européia é que no Brasil não existe o conceito de temporada de recreação (*bathing season*), justamente pelas características climáticas que possibilitam o uso recreacional de recursos hídricos praticamente o ano todo, acentuadamente na Região Nordeste.

É interessante notar que as regulamentações da WHO e União Européia englobam ainda a Inspeção Sanitária das praias como parte da avaliação de qualidade. É uma análise que visa identificar as susceptibilidades e fragilidades individuais dos corpos hídricos de recreação frente influências de matéria fecal, de forma a prover embasamento para as diretrizes dos programas de monitoramento e suas respectivas classificações de qualidade, objetivando o aumento de sua eficiência.

Em relação aos indicadores fecais, o Brasil é o único a regulamentar os coliformes termotolerantes juntamente com *E.coli* e enterococos, enquanto que a União Européia e a USEPA regulamentam apenas *E.coli* e enterococos. A USEPA enfatiza, entretanto, que *E.coli* é aplicável apenas para águas doces. WHO deriva valores padrões apenas para o indicador enterococos e para a concentração de cianobactérias ou clorofila-a, na avaliação de risco à exposição à cianotoxinas.

Os estudos que possibilitaram a concepção dos padrões americanos, em 1986, já constataavam a ineficiência do indicador coliforme termotolerante na avaliação de qualidade de águas recreacionais doces e salinas, isto é, conclui-se que a correlação entre esse indicador e a ocorrência de gastroenterites relacionadas à recreação de contato primário é estatisticamente muito fraca, o que resultou na sua exclusão da regulamentação. *E.coli* e enterococos apresentaram as melhores correlações em águas doces e apenas enterococos apresentou correlação em águas salinas (USEPA, 1986). A WHO também desconsiderou o uso de coliformes termotolerantes como indicador de qualidade de águas recreacionais pelo fato de incluir organismos não associados à contaminação fecal (ex. *Klebsiella* pode derivar de efluentes de indústrias de papel e celulose), não sendo, portanto, adequado à regulamentação (WHO, 2003).

Porém, verificou-se que a maioria dos órgãos ambientais dos Estados da Região Nordeste utiliza esse indicador microbiológico na avaliação de balneabilidade. Do total de oito órgãos ambientais, quatro (IMA-AL, SEMACE-CE, CPRH-PE, IDEMA-RN) fazem o uso de coliformes termotolerantes, três (INEMA-BA, SUDEMA-PB, ADEMA-SE) não especificam nos boletins qual parâmetro microbiológico utiliza e apenas um (SEMA-MA) faz uso de *E.coli*. Nenhum programa de monitoramento, aparentemente, engloba os enterococos, o organismo indicador que é mais apropriado para avaliação de balneabilidade, principalmente em águas salinas, segundo agências internacionais que realizaram estudos científicos aprofundados acerca dessa questão.

Sendo assim, é provável que os respectivos programas de monitoramento estejam gerando classificações de qualidade baseadas em indicadores não apropriados para avaliar o risco de exposição a patógenos e conseqüentes efeitos adversos à saúde. Mas mesmo perante essas evidências, os órgãos ambientais estão de acordo com a regulamentação federal e suas metodologias são consideradas válidas pela esfera legislativa.

Ainda sobre os programas de monitoramento, grande parte deles adotou a periodicidade semanal, sendo que em alguns casos (SEMACE-CE, SUDEMA-PA) as praias mais afastadas de áreas metropolitanas são monitoradas mensalmente, e apenas o IDEMA-RN realiza monitoramento mensal plenamente. É necessário que os resultados mensais sejam criteriosamente analisados, pois locais que são frequentemente utilizados por banhistas e sejam susceptíveis à poluição fecal podem

requerer um monitoramento mais intenso de forma a proteger a saúde pública. A aplicação da ferramenta de Inspeção Sanitária pode ser muito eficaz sob esse ponto de vista.

Apenas em dois Estados (Pernambuco e Sergipe) é realizado monitoramento de balneabilidade em praias de água doce, ambos no Rio São Francisco. A CPRH-PE realiza amostragem em um ponto apenas e a ADEMA-SE realiza em quatro. Pode ser necessário expandir essa rede de amostragem, o que requer identificar e incluir os açudes que também são utilizados para recreação e potencialmente sofrem influências de poluição fecal.

5. CONCLUSÕES

Frente às análises realizadas, concluiu-se que é necessária uma revisão da regulamentação brasileira dos critérios de balneabilidade de águas recreacionais, pois a Resolução CONANA nº 274 de 2000 mostra-se desatualizada sob muitos aspectos. A respeito da abordagem de conformidade percentual de 80% das amostras coletadas em cinco semanas, por ser um número muito pequeno de resultados e não considerar a distribuição dos organismos indicadores na avaliação, ela acaba acarretando muita incerteza na classificação de qualidade. A abordagem com valores de percentil tem mostrado ser uma alternativa mais precisa, por incorporar todos os dados de qualidade disponíveis. Entretanto, seria necessária uma adequação metodológica e regularidade fixa do monitoramento para formação de conjuntos de dados consistentes que possibilitem classificações mais realistas.

Outro importante aspecto a ser revisado são os microrganismos indicadores contemplados na regulamentação. O uso de coliformes termotolerantes não provê resultados confiáveis conforme foi demonstrado por estudos científicos internacionais, entretanto ainda é o indicador mais utilizado na Região Nordeste, respaldado pela atual regulamentação brasileira. Os organismos indicadores mais adequados, conforme os estudos mais recentes, aplicáveis tanto para águas doces e salinas (em contradição com a CONAMA 274/00 que limita sua aplicação apenas em águas salinas), são os enterococos. Deve-se então fortalecer sua aplicação na regulamentação. *E.coli* é um indicador que poderia ser utilizado em águas doces apenas, pois há evidências de baixa representatividade em águas salinas, demonstradas cientificamente por estudos da USEPA e WHO. A revisão nesse aspecto deve, portanto, separar os critérios de águas doces e águas salinas, pois são ambientes totalmente diferentes, onde os organismos indicadores possuem diferentes taxas de mortalidade e assim diferentes correlações com a ocorrência de doenças relacionadas à recreação de contato primário. Usar a mesma concentração padrão de indicadores em ambos, logo, é um equívoco e irá prover resultados não representativos da situação real.

Quanto aos programas de monitoramento de balneabilidade existentes no Nordeste, estes deverão se estruturar de acordo com as novas inserções de uma regulamentação atualizada. Isso

significa utilizar indicadores apropriados e formar bancos de dados adequados à metodologia de avaliação. A adequação e melhoria de infra-estrutura laboratorial, recursos humanos, logística e tecnologia de informações é essencial para tanto. Deve-se considerar também uma maior abrangência do monitoramento de balneabilidade para corpos de água doce, de acordo com potenciais cenários de risco a serem identificados em estudos epidemiológicos e sanitários em áreas de recreação de interesse, tais como os açudes.

BIBLIOGRAFIA

ALM, E. W.; BURKE, J.; SPAIN, A. (2003) “*Fecal Indicator Bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches*”. Water Research. 37, pp 3978-3982.

AUSTRALIAN GOVERNMENT (2008). *Guidelines for Managing Risks in Recreational Water*. 215 p. Disponível em: <<http://www.nhmrc.gov.au/guidelines/publications/eh38>>. Acesso em: 22 maio 2012.

BOEHM, A. B.; GRANT S. B.; KIM J. H.; MOWBRAY, S. L.; MCGEE, C. D. ; CLARK, C. D.; FOLEY, D. M.; WELLMAN, D. E. (2002). “*Decadal and Shorter Period Variability of Surf Zone Water Quality at Huntington Beach, California*”. Environmental Science & Technology. v.36, n.18.

BRASIL (2001). Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre os critérios de balneabilidade em águas. *Diário Oficial da União*: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>. Acesso em: 22 maio 2012.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (2005). “*Balneabilidade das Praias*”, in *Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo – 2004*. São Paulo. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 22 maio 2012.

CROWTHER, J.; KAY, D.; WYER, M. D. (2001). “*Relationships Between Microbial Water Quality and Environmental Conditions in Coastal Recreation Waters: The Fylde Coast, UK*”. Water Research. v.35, n.17, p.4029-4038.

DAVIES, C. M.; HONG, J. A.; DONALD, M.; ASHBOLT, N. (1995). “*Survival of Fecal Microorganisms in Marine and Freshwater Sediments*”. Applied and Environmental Microbiology. v.61, n.5, pp 1888-1896.

GERBA, C. P. (2000). “*Assessment of Enteric Pathogen Shedding by Bathers during Recreational Activity and its Impact on Water Quality*”. Quantitative Microbiology 2, pp 55-68.

HARTZ, A.; CUVELIER, M.; NOWOSIELSKI, K.; BONILLA, T. D.; GREEN, M.; ESIOTU, N.; McCORQUODALE, D. S.; ROGERSON, A. (2008). “*Survival Potential of Escherichia coli and Enterococci in Subtropical Beach Sand: Implications for Water Quality Managers*”. Journal of Environmental Quality. V.37. pp 898-905.

ISHII, S.; HANSEN, D. L.; HICKS, R. E.; SADOWSKY, M. J. (2007). “*Beach Sand and Sediments are Temporal Sinks and Sources of Escherichia coli in Lake Superior*”. Environmental Science Technology 41, pp 2203-2209.

MUÑIZ, I.; JIMENÉZ, L.; TORANZOS, G. A.; HAZEN, T (1989). “*Survival and Activity of Streptococcus faecalis and Escherichia coli in Tropical Freshwaters*”. Microbial Ecology 18, pp 125-134.

POND, K. (2005) *Water Recreation and Disease. Plausibility of Associated Infection: Acute Effects, Sequelae and Mortality*. Emerging issues in Water and Infectious Diseases Series. Londres: IWA Publishing. 239 p.

ROUBIOU, G. M.; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (2011). “*General Direction of New Criteria*” in Stakeholder Meeting on the Development of New or Revised Water Quality Criteria. New Orleans, Louisiana, Jun. 2011.

SCOTTISH EXECUTIVE HEALTH DEPARTMENT (2002). *Blue-Green Algae (Cyanobacteria) in Inland Waters Assessment and Control of Risks to Public Health*. 44 p. Disponível em: <<http://www.scotland.gov.uk/Publications/2002/05/14852/5339>>. Acesso em: 22 maio 2012.

SPERLING, M. (2005). *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte. UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária. v. 1. 452 p.

THE EUROPEAN PARLIAMENT; THE COUNCIL FOR THE EUROPEAN UNION (2006). *Directive 2006/7/EC of The European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC*. Official Journal of the European Union. pp 37-51.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1986). *Ambient Water Quality Criteria for Bacteria – 1986*. 18 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2009). *Review of Published Studies to Characterize Relative Risks from Different Sources of Fecal Contamination in Recreational Water*. Office of Water Health and Ecological Criteria Division. Disponível em: <<http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/health/recreation/>>. Acesso em: 22 mai. 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2007). *Report of the Experts Scientific Workshop on Critical Research Needs for the Development of New or Revised Recreational Water Quality Criteria*. Virginia . Disponível em: <<http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/health/recreation/>>. Acesso em: 21 mai. 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2009). *Review of Zoonotic Pathogens in Ambient Waters*. Office of Water Health and Ecological Criteria Division. Disponível em: <<http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/health/recreation/index.cfm>>.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2010). *Predictive Tools for Beach Notification*. Volume I: Review and Technical Protocol. Office of Water Office of Science and Technology. 61 p. Disponível em: <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/health/recreation/upload/P26-Report-Volume-I-Final_508.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2012.

WADE, T. J.; CALDERON, R. L.; SAMS, E.; BEACH, M.; BRENNER, K. P.; WILLIAMS, A. H.; DUFOUR, A. P. (2006). “*Rapidly Measured Indicators of Recreational Water Quality are Predictive of Swimming-Associated Gastrointestinal Illness*”. V.114, n. 1.

WHITMAN, R. L.; SHIVELY, D. A.; PAWLIK, H.; NEVERS, M. B.; BYAPPANAHALLI, M. N. (2003). “*Occurrence of Escherichia coli and Enterococci in Cladophora (Chlorophyta) in Nearshore Water and Beach Sand of Lake Michigan*”. Applied and Environmental Microbiology. v.69, n.8; pp 4714-4719.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2003). Coastal and Freshwaters. In: *World Health Organization. Guidelines for Safe Recreational Water Environments*. Geneva. V. 1. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/en/>. Acesso em: 21 maio 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2009). “*Addendum to Guidelines for Safe Recreational Water Environments, Vol.1 Coastal and Freshwaters, List of Agreed Updates*”. Geneva, Suíça. 33 p.