

BALNEABILIDADE E DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA: SITUAÇÃO DAS PRAIAS DE FORTALEZA, ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

Bathing quality of marine waters and related waterborne diseases:
a diagnosis of Fortaleza county beaches, Ceará State, Brazil

Hilda Maria Pinheiro de Castro¹, Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira²,
Regina Coeli de Oliveira Torres³

RESUMO

Um histórico de como os estudos ambientais culminaram com o estabelecimento de Padrões para balneabilidade de águas marinhas estão descritos no presente trabalho. Algumas pesquisas realizadas também são relatadas, com dados coletados ao longo de mais de 30 anos de estudo e monitoramento nas praias de Fortaleza.

Palavras-chaves: balneabilidade, indicador de contaminação fecal, poluição marinha.

ABSTRACT

A historic report of how and when environmental studies lead to the establishment of standard methods developed to monitor recreational marine waters are incorporated in this Review. The outcome of a number of research works is also reported, based on data collected over a 30-year period on the study and survey of the beaches along Fortaleza county, Brazil.

Key words: recreational water quality standards, fecal contamination indicator, marine pollution.

¹ Mestre em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Av. da Abolição, 3207, Fortaleza, CE 60165-081.

² Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Pesca e Pesquisador do Instituto de Ciências do Mar.
<regine@labomar.ufc.br>

³ Mestre em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

Ambientalistas e microbiologistas há muito se preocupam em estudar grupos bacterianos que reflitam o grau de poluição dos ecossistemas aquáticos. Nesse sentido, estudos foram feitos desde 1885 por Escherich o qual, na época, determinou que os coliformes eram numerosos e sempre detectados em fezes e esgotos. Posteriormente, Klein & Houston (1899) confirmaram que águas de esgoto poderiam ser diluídas mais de 10.000 vezes e, ainda assim, seriam detectadas bactérias coliformes e, desta maneira, foi criado o termo “indicador de esgotos” para as bactérias coliformes. Scott (1932) propôs que quantidades de coliformes $<1.000/100\text{ mL}$ deveriam ser usadas como padrão para qualificar as águas marinhas da costa do Estado de Connecticut, Estados Unidos. Stevenson (1953), conduzindo um estudo epidemiológico pioneiro nos Estados Unidos, relatou uma elevada concentração de bactérias coliformes em praias de água doce ($>2.000/100\text{ mL}$) correlacionando-a com o aumento no índice de doenças nos banhistas daquelas praias. Segundo Fujioka (1997), esta correlação não foi observada em águas marinhas, mas esses quatro fatos levaram os órgãos públicos a aceitar os níveis de bactérias coliformes como o melhor critério para se assessorar a qualidade higiênica das águas.

PADRÕES BACTERIOLÓGICOS ATUAIS

Baseando-se nos quatro fatos citados anteriormente é que foi realizado um estudo de mais de dez anos pela U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) com o objetivo de se desenvolver testes mais específicos para vários indicadores, incluindo *Escherichia coli*, enterococos e *Clostridium perfringens*. Foram entrevistados nadadores e frequentadores das praias de New York City, Boston e New Orleans. Através deste desenho experimental a USEPA, pela primeira vez, foi capaz de determinar a incidência de doenças entre os banhistas e os não banhistas daquelas águas. Foram enumerados os microrganismos dessas águas e os resultados mostraram que de todos os organismos estudados os enterococos eram os que mais apresentavam uma relação com as diarreias e os banhistas. Com base no curto período de incubação e nos sintomas dos afetados, os cientistas da USEPA concluíram que a maioria das diarreias era atribuída a infecções virais (Cabelli *et al.*, 1982).

Inicialmente, a USEPA recomendou que o padrão para a qualidade das águas marinhas recreacionais fosse baseada na média geométrica de três enterococos por 100 mL, o que representaria um risco de seis casos de diarreia por 1.000 banhistas. Entretanto, após um certo período, a USEPA repensou estes números e modi-

ficou-os para a média geométrica de 35 enterococos por 100 mL, que se correlacionaria com uma taxa esperada de 19 diarreias por 1.000 banhistas (Fujioka, 1997).

O Canadá é o único país, além dos Estados Unidos, que adota o padrão da USEPA para águas marinhas recreacionais (35 enterococos por 100 mL de água), embora algumas províncias também usem padrões antigos, tais como, 200 coliformes fecais por 100 mL. De acordo com Fujioka (1997), a realidade e aplicabilidade dos padrões da USEPA são ainda controversos. Segundo Calderon *et al.* (1991), os fatores de contaminação das águas recreacionais não provêm de esgoto, as concentrações de indicadores fecais não são confiáveis para previsão de doenças entre os banhistas.

Os padrões brasileiros adotados pelo CONAMA (2000) copiaram alguns itens de países da Europa, os quais recomendam que 80% das amostras não deveriam exceder 500 coliformes totais por 100 mL ou 100 *E. coli* por 100 mL, além de também copiar outros dos Estados Unidos. Entretanto, nossos padrões são menos rígidos e consideram águas marinhas impróprias quando em 80% de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, houver mais de 1.000 coliformes fecais (ou termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos /100 mL.

Escherichia coli como indicador de poluição

Segundo Santos (1980), analisar todos os microrganismos veiculados pela água e associados a transmissão de doenças à população é inviável, tanto em termos de tempo quanto pelo alto custo envolvido. Por esta razão, é uma prática comum monitorar bactérias, normalmente não patogênicas, presentes em alta densidade nas fezes humanas e de animais. A presença de altas concentrações dessas bactérias no meio aquático indica a existência de contaminação fecal e a possível presença de patógenos entéricos.

A necessidade de se determinar quando um corpo d'água está contaminado por esgotos já era conhecida desde que doenças clássicas oriundas da ingestão de água contaminada, tais como, febre tifóide, shigelose, amebíase e cólera eram tratadas e a causa apontava sempre para os esgotos como fonte desses patógenos, mas os métodos de detecção de várias bactérias eram precários e os isolamentos de alguns patógenos da água não era possível. As descargas de esgotos em águas marinhas costeiras e a sobrevivência de patógenos humanos neste ambiente aquático trazem consequências à saúde pública (Fujioka, 1997).

O papel dos microrganismos como indicadores biológicos para definir a qualidade da água abrange basicamente três aspectos: (1) identificar variações no ambiente; (2) quantificar níveis de poluição; (3) estudar em laboratórios, sob condições controladas, fenômenos possivelmente extrapoláveis para o meio ambiente (Santos, 1980).

O grupo coliforme compõe-se de bastonetes Gram negativos, não esporulados, aeróbicos ou facultativamente anaeróbicos, fermentadores lactose com produção de gás dentro de 48 horas, a 35°C. Esse grupo pertence à família Enterobacteriaceae e engloba, além de *E. coli*, alguns membros dos gêneros *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. As mais recentes descobertas aplicam à caracterização do grupo a pesquisa da enzima citocromo oxidase (negativa) e a β -galactosidase (positiva) (Toranzos & McFeters, 1997).

A relação da qualidade da água com as doenças vem sendo observada desde a mais remota antiguidade, porém só foi comprovada cientificamente em 1854 por John Snow quando demonstrou que a epidemia de cólera em Londres foi através de veiculação hídrica (Guilherme & Otto, 2000).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são ocasionadas por águas contaminadas (Lira & Barros, 2001).

Segundo Dias *et al.* (1994), *E. coli* da microbiota normal do intestino humano pode contaminar, colonizar e subsequenteemente causar infecções extra-intestinais, sendo um dos principais agentes etiológicos de septicemias, meningites e infecções do trato urinário.

A importância da detecção de coliformes fecais na água é que esta nos conduz à presença de outros patógenos, tais como vírus, bactérias, leveduras etc.

Segundo Germano & Germano (2001) as doenças de veiculação hídrica podem ser transmitidas através de: (a) ingestão da água contaminada; (b) consumo de pescados crus ou mal cozidos e (c) realização de atividades recreacionais (natação).

A Tabela I mostra alguns organismos patógenos presentes em águas marinhas recreacionais e as respecti-

Tabela I - Alguns organismos encontrados em águas marinhas contaminadas responsáveis por doenças no homem por contato direto ou via consumo de pescado.

Organismo	Doença relacionada
Vírus	Poliomielite, hepatite A, Norwalk (ostra)
Bactérias	
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Infecções em ferimentos, diarreia
<i>Clostridium botulinum</i>	Botulismo
<i>Escherichia coli</i> enterotóxica	Gastroenterite
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Diarreia
<i>Salmonella</i> Typhi	Febre tifóide
<i>Salmonella</i> Paratyphi A, B e C	Febres paratífóides
<i>Salmonella</i> spp.	Contaminação alimentar, gastroenterite
<i>Shigella</i> spp.	Disenteria bacilar, gastroenterite
<i>Vibrio cholerae</i> O1	Cólera
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Gastroenterite e infecções em ferimentos
<i>Vibrio vulnificus</i>	Septicemia e infecções em ferimentos
<i>Vibrio fluvialis</i>	Gastroenterite
<i>Vibrio mimicus</i>	Diarreia

vas doenças veiculadas através do contato direto ou do consumo de pescado infectado segundo Varnam & Evans (2000), Germano & Germano (2001) e Palumbo *et al.* (2001).

CRITÉRIOS DE BALNEABILIDADE

Os critérios de balneabilidade ou qualidade das águas recreacionais, determinados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução 274/00, estabelece limites de coliformes fecais/100 mL classificando as águas por categorias, de Excelente a Imprópria (Tabela II).

Tabela II - Critérios de balneabilidade segundo a Resolução CONAMA Nº 274 de 2000.

Condição	Categoria	Padrão
Próprias	Excelente	Quando em um total de 80% ou mais de um conjunto de 5 amostras, colhidas num mesmo local, em 5 semanas anteriores, houver no máximo, 250 coliformes fecais ou 200 <i>Escherichia coli</i> ou 25 enterococos por 100 mL.
	Muito Boa	Quando em um total de 80% ou mais de um conjunto de 5 amostras, colhidas num mesmo local, em 5 semanas anteriores, houver no máximo, 500 coliformes fecais ou 400 <i>Escherichia coli</i> ou 50 enterococos por 100 mL.
	Satisfatória	Quando em um total de 80% ou mais de um conjunto de 5 amostras, colhidas num mesmo local, em 5 semanas anteriores, houver no máximo, 1.000 coliformes fecais ou 800 <i>Escherichia coli</i> ou 100 enterococos por 100 mL.
Imprópria	Imprópria	- O não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias. - Quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes fecais ou 2.000 <i>Escherichia coli</i> ou 400 enterococos por 100 mL. - Quando houver incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias. - Quando houver 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. - Quando houver floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não ofereçam riscos à saúde humana.

Fonte: CONAMA (2000).

Muitos são os riscos de contaminação para a população litorânea e estes aumentam a cada dia principalmente em cidades tropicais, onde o verão é a tônica e o fluxo de turistas é constante. Além disso, o estranho hábito da ingestão de pratos à base de pescado cru, copiado dos orientais, é outro fator de risco a que está exposto a população brasileira pois, quando contaminados, são causadores de processos gastroentéricos, náuseas e vômitos severos.

A prevenção da qualidade das águas, tanto para consumo humano como recreação, é uma necessidade premente no mundo todo. Campanhas educacionais, fiscalização e monitoramento microbiológico constantes são medidas a serem adotadas pelas autoridades de nossas cidades litorâneas.

Hoje no Brasil se fala muito em gestão de recursos hídricos, mas esta não deve se resumir apenas em sobretaxar a água usada devolvida ao meio ambiente. Deve-se, sim, fazer com que a população seja envolvida, alertada, educada e protegida através de ações de medidas de segurança contra atividades provocadoras de poluição nos ecossistemas aquáticos, reconhecendo-se a necessidade humana básica à saúde e ao lazer.

DIAGNÓSTICO DAS PRAIAS CEARENSES

A utilização de praias impróprias para atividades recreativas pela população, associada ao aumento da carga de esgotos domésticos lançado no mar através do emissário submarino, provoca uma constante preocupação nos ambientalistas de Fortaleza, em razão da possibilidade de expor a doenças a população utilizadora dessas águas.

A poluição das praias da cidade de Fortaleza foi confirmada por vários autores (Vieira & Façanha, 1994; Melo *et al.*, 1997; Vieira *et al.*, 1999), cujas pesquisas tiveram por base o monitoramento das praias através da utilização de indicadores microbiológicos de poluição, tais como, coliformes totais (CT) e fecais (CF). A *Escherichia coli*, bactéria mais presente nos coliformes fecais originários de seres humanos e animais de sangue quente, chega ao mar carregada por esgotos e efluentes, rios, riachos e córregos.

Caland-Noronha & Moraes (1972) analisaram a poluição das praias de Fortaleza coletando material de pontos na costa e afastados destas, e concluíram que a poluição existente na costa, era efetivamente decorrente de esgotos sanitários e industriais, fato comprovado pelo menor índice de contaminação nas águas mais afastadas da costa.

Após um período de 20 anos, Melo *et al.* (1990) constataram a presença de *E. coli* nas águas e sedimentos do estuário do Rio Ceará. Carneiro *et al.* (1991) relatam que num período de 12 anos de monitoramento

da zona litorânea de Fortaleza, as praias da Av. Beira-Mar, zona de alta densidade populacional, apresentaram uma qualidade bacteriológica baixa devido à existência de ligações clandestinas nas galerias de águas pluviais, apesar dessa zona dispor de uma rede coletora de esgotos. Mais tarde, Melo *et al.* (1997) confirmaram a presença de *E. coli* e *Salmonella* na água do mar coletada em praias de Fortaleza situadas no trecho entre os rios Cocó e Ceará.

No entanto, Vieira *et al.* (1999), determinando a colimetria das águas da praia da Barra do Ceará, concluíram que apesar de não se encontrar em Excelente qualidade para balneabilidade devido a algumas amostras terem apresentado um índice alto de CF, o que é um alerta para as autoridades em Saúde Pública, a praia não deve ser considerada Imprópria para atividades recreacionais.

Catter (2001), estudando as galerias pluviais situadas em frente ao Esplanada Hotel, Hotel Othon Palace e em frente à Estátua de Iracema, constatou que as mesmas apresentavam alto índice de CT e CF, o que indica que estas galerias não estão sendo usadas para seu verdadeiro objetivo. Por outro lado, o longo trecho de praias localizado na na costa Leste de Fortaleza, aonde a população acorre aos fins de semana para lazer, não apresentou dados preocupantes em pesquisa recente, mas este deve ser submetido a monitoramento permanente, uma vez que o aumento do número de barracas e da população usuária tende a intensificar o nível de poluição (Vieira *et al.*, 2001).

O crescimento constante das grandes cidades impõe elevada demanda sobre os recursos hídricos utilizados para consumo humano e recreação, ao mesmo tempo em que contribui para a exposição da população a situações de riscos relacionados com saúde pública e bem estar social. Nesse contexto, as atividades humanas estão reduzindo a capacidade produtiva dos vários ambientes marinhos, pois as descargas fluviais e efluentes terrestres em geral contribuem com enormes quantidades de material, desde areia fina até produtos químicos tóxicos para a zona costeira (Jeffreys, 1995).

Segundo a CETESB (1999), as águas de praia contaminadas pelas descargas de esgotos domésticos podem representar um risco à saúde dos banhistas e frequentadores desses ambientes de lazer, sendo as crianças, os idosos, ou pessoas com baixa resistência as mais susceptíveis à exposição a bactérias, vírus e protozoários.

De acordo com Fujioka (1997), a grande vitória do monitoramento de águas recreacionais marinhas ocorrerá quando se puder determinar a presença e/ou ausência dos patógenos no mar e não a do indicador. Uma vez que os vírus são o grupo de microrganismos mais importantes na transmissão de doenças ao homem, estes deveriam ser os primeiros a serem monitorados. Entretanto, o monitoramento de águas marinhas para diferentes vírus de importância para o homem exigiria

diferentes métodos de cultura de tecidos, o que não é prático porque diferentes vírus exigem diferentes células para ser cultivados e alguns vírus não são também cultiváveis pelos padrões conhecidos. Como resultado, cientistas estão ativamente desenvolvendo métodos utilizando *probes* genéticos. O método de PCR é capaz de selecionar seqüências de genes amplificando-os até que uma suficiente quantidade de produto possa ser avaliada e medida através de gel eletroforese. A única limitação do método é que não se pode diferenciar células vivas de mortas e somente as vivas teriam significado para a Saúde Pública. Não se poderia diferenciar neste caso, células mortas a partir de efluentes que tivessem sido despejados nas águas, mas que tivessem sido desinfetados antes. Assim, o método terá sucesso no momento em que seqüências de organismos vivos puderem ser diferenciados de organismos mortos. Quando isto ocorrer, a qualidade de águas recreacionais será determinada em poucas horas e as decisões relacionadas à saúde dos banhistas serão tomadas em tempo hábil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabelli, V. J.; Dufour, A. P.; McCabe, L. J. & Levin, M. A. Swimming-associated gastroenteritis and water quality. *Am. J. Epidemiol.*, Oxford, v. 115, p. 606-616, 1982.
- Caland-Noronha, M. C.; Morais, J. O. Aspectos da poluição marinha em frente ao Município de Fortaleza. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, v. 12, n. 2, p. 109-115, 1972.
- Calderon, R. L.; Mood, E. W. & Dufour, A. P. Health effects of swimmers and nonpoint sources of contaminated water. *Int. J. Environ. Health Res.*, Oxfordshire, v. 1, p. 21-31, 1991.
- Carneiro, D. M. G.; Marques, K. M. M. O. & Soares, J. B. Avaliação da balneabilidade das praias do litoral de Fortaleza. SEMACE, p. 13-64, Fortaleza, 1991.
- Catter, K. M. Monitoramento das galerias pluviais existentes em algumas praias da Costa Leste de Fortaleza. Monografia de Graduação, Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 26 p., Fortaleza, 2001.
- CETESB. Relatório de balneabilidade das praias paulistas - 1998. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 203 p., São Paulo, 1999.
- CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, no uso das competências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08/01/2001. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.htm>. Acesso em 17 maio de 2002.
- Dias, A. M. G.; Kano, E.; Nakahara, L. K.; Fernandes, S. A.; Kato, M. A. M. F. & Irino, K. Virulence factors in *Escherichia coli* isolated from blood and cerebrospinal fluid. *Rev. Microbiol.*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 77-82, 1994.
- Fujioka, R. S. Indicators of marine recreational water quality, p. 176-183, in Hurst, C. J.; Knudsen, G. R.; McInerney, M. J.; Stetzenbach, L. D. & Walter, M. V. (eds.). *Manual of environmental microbiology*. ASM, 893 p., Washington, 1997.
- Germano, P. M. L. & Germano, M. I. S. A água: um problema de segurança nacional. *Hig. Alim.*, São Paulo, v. 15, n. 90/91, p. 15-18, 2001.
- Guilherme, M. F. E. & Otto, S. S. *Pseudomonas aeruginosa*, como indicador de contaminação hídrica. *Hig. Alim.*, São Paulo, v. 14, n. 76, p. 43-47, 2000.
- Jeffreys, K. Rescuing the oceans, in Bailey, R. (ed.), *The true state of the planet*, 472 p., New York, 1995.
- Klein, E. & Houston, A. C. Further reports on bacteriological evidence of recent and therefore dangerous sewage pollution. In: *Metropolitan Water Supply*. 28th Annual Report of Medical Officer for 1898 - 1899. Appendix B. London Government Office, London, p. 498-504, 1899.
- Lira, A. A. & Barros, G. C. Correlação entre a patogenicidade de *Escherichia coli* e doenças de origem hídrica. *Hig. Alim.*, São Paulo, v. 15, n. 85, p. 57-60, 2001.
- Melo, M. T. D.; Vieira, R. H. S. F.; Saker-Sampaio, S. & Hofer, E. Coliforms and *Salmonella* in seawater near to domestic sewage sources in Fortaleza - Ceará - Brazil. *Microbiol. SEM*, Barcelona, v. 13, p. 463-470, 1997.
- Melo, M. T. D.; Saker-Sampaio, S. & Vieira, R. H. S. F. Avaliação da poluição orgânica no estuário do Rio Ceará (Fortaleza - Ceará - Brasil). *Catinga*, Mossoró, v. 7, p. 207-219, 1990.
- Palumbo, S., Abeyta, C., Stelma, G.; Wesley, I. W.; Wei, C. Koberger, J. A.; Franklin, S. K.; Schroeder-Tucker, L. & Murano, E. A. *Aeromonas*, *Archobacter* and *Plesiomonas*, p. 296, in Downes, F. P. & Ito, K. (eds.), *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. APHA, 4th edition, 676 p., Washington, 2001.
- Santos, E. A. Correlação entre parâmetros microbiológicos, químicos e físicos em água do mar poluída na zona litorânea do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, Instituto de Microbiologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 125 p., Rio de Janeiro, 1980.
- Scott, W. J. Survey of Connecticut's shore bathing waters. *Public Health Eng.*, London, v. 19, p. 316, 1932.
- Stevenson, A. H. Studies of bathing water quality and

- health. *Am. J. Public Health.*, Boston, v. 43, p. 529-538, 1953.
- Toranzos, G. A. & McFeters, G. A. Detection of indicator microorganisms in environmental freshwaters and drinking waters, p. 184-194, in Hurst, C. J. *et al.* (ed.), *Manual of environmental microbiology*. ASM, 893 p., Washington, 1997.
- Varnam, A. H. & Evans, M. G. *Environmental microbiology*. ASM, 160 p., Washington, 2000.
- Vieira, R. H. S. F. & Façanha, S. H. F. Parâmetros físico-químicos e pesquisa de coliformes totais, fecais e *Vibrio parahaemolyticus* nas águas do Rio Cocó, Fortaleza - Ceará. *Ciê. Agron.*, Fortaleza, v. 25, n. 1-2, p. 24-31, 1994.
- Vieira, R. H. S. F.; Silva, P. R. F. G.; Lehugeur, L. G. O. & Sousa, O. V. Colimetria da água da praia da Barra do Ceará - Fortaleza - Ceará. *Arq. Ciê. Mar.*, Fortaleza, v. 32, p. 119-122, 1999.
- Vieira, R. H. S. F.; Silva, P. R. F. G.; Sousa, O. V. & Lehugeur, L. G. O. Balneabilidade das água da praia do Futuro, Fortaleza-Ceará. *Arq. Ciê. Mar.*, Fortaleza, v. 34, p. 39-42, 2001.