

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE BORDO EM NAVIOS

FABIO TRIACHINI CODAGNONE*
Capitão-Tenente (S)

SUMÁRIO

Introdução
O Caso Vietnã
Intervenções objetivando a melhora na qualidade da água
A garantia da qualidade da água de bordo nos navios de guerra na MB
Considerações finais

INTRODUÇÃO

A saúde humana, há séculos, é afetada pela navegação. O navio é um meio de transporte que circula por diversos pontos do globo terrestre e atraca em portos de diferentes países. Associado a isso está o confinamento a que os indivíduos estão submetidos a bordo dos mesmos. O contato próximo que

A garantia da potabilidade da água de bordo passa a ter importância fundamental no âmbito da saúde pública

se estabelece e as diferentes localidades geográficas e socioeconômicas da sua tripulação tornam o navio um ambiente propício à circulação de diferentes vírus e bactérias. Todos esses fatores são determinantes para a rápida proliferação de doenças infectocontagiosas, caso medidas sanitárias não sejam adotadas corretamente. Dentro desse contexto, a garantia da potabilidade da água de

* Farmacêutico-bioquímico. Mestre em Farmacologia/Neurociências pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Aperfeiçoado em Análises Clínicas pela Escola de Saúde do Hospital Naval Marcílio Dias. Serve atualmente no Navio-Aeródromo *São Paulo*.

bordo passa a ter importância fundamental no âmbito da saúde pública.

No âmbito naval, a possibilidade de contaminação microbiológica ou química da água armazenada/produzida para consumo da tripulação poderá acarretar graves problemas de saúde em seus militares, prejudicando ou impedindo o sucesso da missão. Em 1984, 184 tripulantes (de um total de 253) de um navio da Marinha do Brasil (MB) foram acometidos por um súbito quadro de diarreia, náuseas, febre e vômitos três dias após partirem da cidade do Rio de Janeiro. O navio teve que fazer uma atracação emergencial na cidade de Rio Grande (RS), visto que 72,7% de sua tripulação estavam com gastroenterite. Todas as amostras de água provenientes dos diferentes tanques de aguada apresentaram crescimento de bactérias, sendo que destas, três apresentaram valores elevados. A taxa de ataque de gastroenterite foi 60,8% maior entre os tripulantes que beberam água do que entre aqueles que não beberam água nas horas que antecederam ao surto de diarreia (BALDISSERA; MENEGHEL, 1986).

Vannier (2011) ressalta a necessidade cada vez maior de prover os navios com água de qualidade e que atenda aos requisitos normativos quanto aos graus de pureza, potabilidade e salinidade. Há atualmente uma grande preocupação por parte dos projetistas navais em dotar os navios não somente com tanques de “aguada” cada vez maiores, mas também em planejar estruturas menos sujeitas a contaminações químicas e microbiológicas.

Dentre os poucos relatos na literatura científica e militar sobre a importância da disponibilidade da água potável em navios de guerra, podemos citar o artigo “A alta mortalidade da pandemia espanhola na Divisão Naval em Operações de Guerra em 1918” publicado por pesquisadores brasileiros no conceituado *Influenza and*

Other Respiratory Viruses. Esses autores (ALONSO *et al*, 2013) analisaram o impacto da epidemia da gripe espanhola nos tripulantes embarcados em navios da MB. Avaliando os fatores de risco que levaram à alta mortalidade dos marinheiros brasileiros, principalmente a bordo dos destróieres *Parahyba* e *Santa Catharina* (respectivamente cerca de 14% e 13% da tripulação), os pesquisadores afirmam:

Outro fator de risco relaciona-se com as condições sanitárias, de trabalho e a habitabilidade a bordo dos navios da divisão. Em navios lotados de militares, onde um grande número de pessoas estava em íntimo contato dividindo as cobertas e alojamentos, a implementação do isolamento e o estabelecimento de uma política de segregação era impossível. Isso foi especialmente verdadeiro no caso da DNOG (Divisão Naval em Operações de Guerra), no qual os navios estavam com suas tripulações completas. Importante também, em adição à falta de pessoal saudável disponível para operar as mais básicas funções de manutenção no auge da pandemia (incluindo aqui as condições de limpeza, de cozinha e de manutenção dos equipamentos a bordo), havia uma falta crônica de água potável na divisão, que piorou a desidratação causada pela influenza, aumentando a probabilidade de mortes. Essa falta de água potável e as longas horas de trabalho sob altas temperaturas nas máquinas e sob o sol africano indicam que a desidratação pode ter sido um fator importante nas altas taxas de mortes observadas na DNOG (ALONSO *et al.*, 2013, p. 19).

Desde 1970, mais de cem ocorrências envolvendo navios mercantes têm sido reportadas, sendo 40% relacionadas a alimentos. Estima-se que um terço dessas

ocorrências decorre da contaminação da água. A contaminação da água pode ser causada por agentes químicos ou biológicos. A contaminação por bactérias é a principal causa de doenças em navios, enquanto a química é menos comum (GRAPPASONNI *et. al.*, 2013).

Os microrganismos mais prevalentes em águas contaminadas de navios são os chamados agentes enterotoxigênicos, fazendo parte desse grupo as *Escherichia coli*, *Noroviruses*, *Salmonella typhi*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Cryptosporidium spp.*, *Giardia lamblia* etc. (GRAPPASONNI *et. al.*, 2013).

Um estudo conduzido em 2005, no qual foram coletados 950 amostras de água potável e 48 *pool* de amostras oriundas de 342 navios, revelou que 8,6% dessas amostras continham coliformes fecais como *Escherichia coli* ou *Enterococos* (GRAPPASONNI *et. al.*, 2013).

O CASO VIETNÃ

Embora menos frequente, a contaminação química da água merece atenção especial, como pode ser observado no caso dos marinheiros americanos e australianos que participaram da Guerra do Vietnã. Recentemente, um relatório do Instituto de Medicina dos Estados Unidos fez com que a Associação Americana dos Veteranos da Guerra do Vietnã convocasse todos os militares, tanto da Guarda Costeira quanto da Marinha de guerra, que serviram em meios navais na costa vietnamita. Até então, somente os militares que tinham participado de operações nas “águas marrons” haviam sido convocados, e agora essa convocação foi ampliada para

aqueles que patrulharam em “águas azuis”. Esse relatório foi baseado num estudo do Departamento Australiano de Veteranos de Guerra do Vietnã, que observou uma incidência aumentada de alguns tipos de neoplasias (câncer) e, conseqüentemente, maior taxa de mortalidade em veteranos da Guerra do Vietnã em relação à população geral. Segundo esses estudos, há também maior incidência de más formações nos filhos desses veteranos, bem como índice maior de suicídios. O estudo australiano foi intitulado “Potencial exposição do pessoal da Marinha australiana às dibenzodioxinas e dibenzofuranos na água de beber”.

A mortalidade dos marinheiros que serviram na Marinha australiana foi maior do que entre os veteranos que serviram no mesmo período no Exército e na Aeronáutica. Acredita-se que este aumento na mortalidade está relacionado ao “agente laranja”, um agrotóxico contaminado com dibenzodioxinas e dibenzofuranos policlorados (PCDD/F), muito usado na Guerra do Vietnã como um potente desfolhante.¹ É provável que o uso intenso do agente laranja tenha contaminado não somente as “águas marrons”, mas tenha atingido também as “águas azuis” com essas substâncias cancerígenas.

Grande parte dos navios australianos utilizou-se de um sistema de obtenção de água potável por meio do processo de destilação. Embora as dioxinas tenham um coeficiente de partição alto e baixa solubilidade em água, ficando restritas às camadas superficiais, acredita-se que o processo de destilação utilizado para obtenção de água potável no mar não só não removeu o agente laranja (contaminado com dioxinas), como aumentou em dez vezes a sua concen-

¹ Desfolhante: substância química que em contato com as plantas, especialmente com árvores, induz a queda prematura das folhas. O agente laranja foi um potente desfolhante utilizado durante a Guerra do Vietnã e a sua produção industrial apresentou alto índice de contaminação por substâncias tóxicas denominadas dioxinas.

tração na água para consumo da tripulação. Isso explicaria a incidência aumentada de neoplasias nesses militares. Estudos em laboratório têm comprovado essa hipótese.

O Departamento Americano de Veteranos da Guerra do Vietnã mantém em seu *site* (<http://www.publichealth.va.gov/exposures/agentorange/shiplist/list.asp>) a relação de navios que participaram do teatro de operações de guerra vietnamita e tem convocado sistematicamente esses militares para que tenham seus direitos pecuniários garantidos e a assistência médica realizada.

INTERVENÇÕES OBJETIVANDO A MELHORA NA QUALIDADE DA ÁGUA

As intervenções direcionadas à garantia da potabilidade da água resultam em significativo benefício à saúde. A monitoração constante das características da água para consumo humano, por meio das análises físico-químicas e microbiológicas, é a primeira ação necessária à proteção da vida humana.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no seu *Guia Sanitário para navios de cruzeiro*, normatizou uma série de medidas que visam garantir a potabilidade da água de bordo, de acordo com os padrões internacionais (como o *Guia Sanitário para navios da Organização Mundial da Saúde*, 3ª edição). Dentre essas medidas podemos citar:

– No momento do abastecimento, a água deve conter um teor mínimo de cloro

residual livre de 2.0 mg/L (ppm)² e de pH³ entre 6 e 8,5.

– A água para consumo humano pode ser produzida a bordo por qualquer sistema, mas estes não podem operar em áreas poluídas, portos, ancoradouros etc.

– O monitoramento de cloro residual deve ser realizado pelo menos de hora em hora durante o abastecimento e, no mínimo, a cada quatro horas, no caso de produção a bordo. Os registros deste monitoramento

devem ser mantidos a bordo por 12 meses e estar disponíveis para autoridade sanitária sempre que solicitado.

– Os reservatórios de água potável devem ser inspecionados, limpos e desinfetados durante as docagens, sejam secas ou molhadas, ou anualmente. Os registros das atividades de manutenção, limpeza e desinfecção

dos tanques e sistema de distribuição de água potável devem ser mantidos a bordo da embarcação por 12 meses, estando disponíveis à autoridade sanitária sempre que solicitado.

– A água ofertada a bordo da embarcação, quando submetida a tratamento com produtos à base de cloro, após a desinfecção, deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,2 ppm e no máximo 2 ppm.

– Recomenda-se que a turbidez em todo sistema de armazenamento e distribuição de água potável seja no máximo de 5 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez).

– Um mínimo de quatro amostras de água a cada 15 dias deve ser coletado e

A monitoração constante das características da água para consumo humano, por meio das análises físico-químicas e microbiológicas, é a primeira ação necessária à proteção da vida humana

² ppm: partes por milhão.

³ pH: potencial hidrogeniônico.

analisado quanto à presença de coliformes totais e termotolerantes. Os locais de amostragem devem ser diferentes a cada mês, de forma a obter uma precisa representação de todo o sistema de água potável. Os resultados dessas análises devem ser mantidos a bordo por 12 meses.

A rigorosa observância das recomendações acima citadas, embora necessária, nem sempre é obedecida, o que pode ser observado em um estudo da Associação de Autoridades de Saúde Portuárias e da Agência de Proteção à Saúde do Reino Unido, onde se comprovou que apenas 20% das amostras de água coletadas de 342 navios apresentaram cloro residual livre na faixa recomendável (GRAPPASSONNI *et al.*, 2013).

A GARANTIA DA QUALIDADE DA ÁGUA DE BORDO NOS NAVIOS DE GUERRA NA MB

No âmbito militar, os estudos sobre água de bordo, em sua maioria, são voltados para os sistemas de produção. A matéria “pota-



Figura 1. Navio-Aeródromo *São Paulo*, uma das belonaves da MB em que a análise laboratorial da água é realizada a bordo por oficial farmacêutico

bilidade da água” ainda é pouco divulgada. A MB, vislumbrando essa lacuna, mantém a bordo de seus principais navios (Navio-Aeródromo *São Paulo* e Navio-Escola *Brazil*) oficiais farmacêuticos habilitados para execução das análises físico-químicas e microbiológicas da água. Desde 1997 esses profissionais estão legalmente habilitados

para executar esses procedimentos, por meio da Resolução nº 463 do Conselho Federal de Farmácia. Esses oficiais são responsáveis pela implementação/execução do “plano de segurança da água” a bordo desses navios.

Há atualmente uma série de kits e equipamentos disponíveis no mercado laboratorial que permitem uma análise eficaz e de alta confiabilidade. Esses equipamentos estão cada vez menores e mais

versáteis, possibilitando a determinação de uma gama de parâmetros com relativa rapidez e agilidade. Dentre os parâmetros analisados na água estão o pH, dureza, alcalinidade, amônia, cloro residual livre, nitrito/nitrato, cor e turbidez.



Figura 2. Um dos kits para análise de água, disponível no mercado nacional

É importante que as autoridades marítimas civis ou militares tenham consciência da importância da adoção dessas medidas sanitárias de forma a mitigar possíveis impactos deletérios sobre a saúde da tripulação e, por conseguinte, no âmbito da saúde pública

Qualquer alteração nesses parâmetros poderá levar a investigações específicas por parte desses profissionais. Por exemplo, alterações de pH, nitrito/nitrato e cloreto podem indicar, de forma indireta, a presença de matéria orgânica em concentrações elevadas, o que pode ser decorrente de contaminações por esgotos sanitários.

A presença de amônia, em níveis elevados, também pode ser encontrada em contaminações por esgoto puro ou efluentes industriais. O aumento da turbidez pode decorrer do aumento de materiais em suspensão, como: argila, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, compostos

orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros microrganismos microscópicos.

Eventualmente, a pesquisa de metais pesados, agrotóxicos e substâncias derivadas do petróleo também deve ser requerida, principalmente se os navios em questão estiveram em missão em localidades cuja qualidade da água é sabidamente duvidosa ou haja qualquer suspeita de contaminação dos tanques por substâncias químicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito de todas as medidas adotadas para garantir a potabilidade da água para consumo humano nos navios, contaminações químicas ou microbiológicas ainda acontecem. É importante que as autoridades marítimas civis ou militares tenham consciência da importância da adoção dessas medidas sanitárias de forma a mitigar possíveis impactos deletérios sobre a saúde da tripulação e, por conseguinte, no âmbito da saúde pública.

Aferições sistemáticas da qualidade da água por profissionais habilitados, realizadas a bordo ou em laboratórios de referência, deverão fazer parte do escopo dessas ações.



Figura 3. Turbidímetro portátil

☞ CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<MEIO AMBIENTE>; Água; Controle de qualidade;

BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, W. J.; SCHUCK-PAIM, C.; SHANKS, G. D.; EDUARDO, F.; ALMEIDA, A. DE. “Exceptionally high mortality rate of the 1918 influenza pandemic in the Brazilian naval fleet”. *Influenza and other respiratory viruses*, v. 7, n. 1, p. 27-34, 2013.
- ALONSO, W. J.; SCHUCK-PAIM, C.; SHANKS, G. D.; EDUARDO, F.; ALMEIDA, A. DE. “A alta mortalidade da pandemia espanhola na Divisão Naval em Operações de Guerra em 1918”. *Navigator*, v. 9, n. 17, p. 11-21, 2013. Disponível em: <http://www.revistanavigator.com.br/navig17/dossie/N17_dossie1.pdf>. Acesso em: 7set.2015.
- ANVISA. GUIA SANITÁRIO PARA NAVIOS DE CRUZEIRO, p. 1-69, 2011. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cruzeiros/documentos/2011/Outubro/Guia_Sanitario/GUIA_SANITARIO_NAVIOS_DE_CRUZEIRO_V2011_2012_V.portugues_.pdf>. Acesso em: 7set.2015.
- BALDISSERA, R. L.; MENEGHEL, S. N. “Investigação epidemiológica de um surto de gastroenterite”. *Revista de Saúde Pública*, v. 20, n. 3, p. 212-218, 1986.
- COMMITTEE ON BLUE WATER NAVY VIETNAM VETERANS AND AGENT ORANGE EXPOSURE; INSTITUTE OF MEDICINE. *Blue Water Navy Vietnam Veterans and Agent Orange Exposure*. 2011.
- Examination of the Potential Exposure of Royal Australian Navy (RAN) Personnel To Polychlorinated Dibenzodioxins And Polychlorinated Dibenzofurans Via Drinking Water., p. 1-78, 2002. Disponível em: <<http://www.dva.gov.au/sites/default/files/files/consultation and grants/healthstudies/nrcet.pdf>>. Acesso em: 7set.2015.
- FUNASA – MINISTÉRIO DA SAÚDE. Manual Prático de Análise de Água, 2006. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_analise_agua_2ed.pdf>. Acesso em: 7set.2015.
- GRAPPASONNI, I.; COCCHIONI, M.; ANGIOLI, R. D.; *et al.* “Recommendations for assessing water quality and safety on board merchant ships”. *Int Marit Health*, v. 64, n. 3, p. 154-159, 2013.
- More Ships Added to VA’s Agent Orange Exposure List. Disponível em: <<http://www.fra.org/AM/Template.cfm?Section=News&CONTENTID=11669&TEMPLATE=/CM/ContentDisplay.cfm>>. Acesso em: 3ago.2015.
- PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. D. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. EMBRAPA – Documento 232, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>>. Acesso em: 7set.2015.
- VANNIER, C. M. Processos de dessalinização da água do mar utilizados a bordo de navios, 2011. Universidade Cândido Mendes. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K217722.pdf>. Acesso em: 7set.2015.