

Aplicação de Métodos de Ultrafiltração no Combate a Globalização de Agentes Exóticos

RAFAEL CAVALCANTI BIZERRA
Fatec Guarulhos – São Paulo – Brasil
rafael.bizerra@fatec.sp.gov.br

ELIACY CAVALCANTI LÉLIS
Fatec Guarulhos – São Paulo – Brasil
eliacylelis@gmail.com

MÁRIO PEREIRA ROQUE FILHO
Fatec Guarulhos – São Paulo – Brasil
roquefilho@uol.com.br

Resumo – O presente estudo analisa os problemas ambientais relacionados à proliferação mundial de bactérias cultiváveis transportadas pela água de lastro dos navios de carga, que operam o pujante comércio internacional. Apresentando a ultrafiltração, como uma solução aos impactos negativos em auxílio a metodologia indicada pela OMI, que apesar de possuir grande eficiência, por vezes não é utilizada, devido problemas estruturais e operacionais das embarcações. Os seres contidos na água, que os navios carregam para manter a estabilidade em meio a processos de carga e descarga, tornam-se agentes exóticos em novas regiões, ou seja, o comércio em uso do modal marítimo vem contribuindo com a globalização das espécies marinhas e com isso transformando os *habitats* das regiões portuárias em ambientes fracos e contaminados, necessitando de tecnologias para desacelerar este ciclo vicioso.

Palavras-chave: Ultrafiltração, Água de Lastro, Tecnologias Ambientais.

Introdução

O estudo tem como finalidade analisar o uso da água de lastro no comércio internacional e demonstrar a existência de uma tecnologia ambiental como uma possível solução para contornar o passivo ambiental causado, minimizando os transtornos econômicos e sociais, gerados por seres cultiváveis transportados junto à água.

A água de lastro tem extrema importância para o comércio internacional, decorrente sua utilidade em navios de carga. Em termos gerais, lastro é qualquer volume sólido ou líquido colocado em um navio a fim de garantir sua estabilidade e condições de flutuação (quanto maior for o peso em um navio, maior será a estabilidade dele). O termo *água de lastro* refere-se, então, à água coletada nas baías, estuários e oceanos, destinada a facilitar a tarefa de carga e descarga das embarcações. Quando um navio está descarregado, seus tanques recebem água de lastro para manter sua estabilidade, balanço e integridade estrutural. Quando ele volta a ser carregado, a água é lançada ao mar. Este processo permite as embarcações trafegar seguramente pelo meio marítimo sem a necessidade de preocupar-se com fatores relacionados à quantidade de cargas e peso que o navio transporta. A utilização da água como lastro é fator relevante para a globalização da produção e consumo de diversos tipos de produtos para grande parte dos povos existentes no planeta, pois a oferta global de produtos e serviços ocorreu principalmente por meio do transporte marítimo, usando-a como item de segurança.

O transporte marítimo é o modal cada vez mais utilizado no comércio internacional de todos os países. No Brasil de acordo com dados do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (2008) [1], esta modalidade de transporte foi a mais utilizada tanto em exportações como em importações, representando nas exportações 95% das quantidades embarcadas ao exterior e nas importações representando 88% das cargas recebidas em território nacional.

No entanto, a utilização da água de lastro está relacionada a problemas ambientais, econômicos e de saúde pública. Decorrente a água ser coletada em um local e depois descartada em outros diferentes locais, iniciando neste momento o impacto ambiental negativo, pois a água coletada pode conter bactérias cultiváveis, levadas de seu *habitat* para outro. As bactérias ou seres nas novas regiões são consideradas espécies exóticas. Conforme o Committee on Ships' Ballast Operations, (1996) ¹ [2], os agentes exóticos são organismos ou qualquer material biológico capaz de propagar espécies, incluindo sementes, ovos, esporões, entre outros, que entram em um ecossistema sem registro anterior.

As espécies exóticas são propulsoras de alterações ambientais, pois a falta de predadores naturais a essas no novo *habitat*, torna possível o seu rápido desenvolvimento. Ação que resulta em impactos negativos ao meio ambiente, as estruturas instaladas e ao sistema econômico.

Estudo realizado pela Organização Marítima Internacional (OMI-2002) [3], estima que em 1939 haviam sido introduzidas 497 espécies exóticas em ecossistemas de todo o mundo. Entre 1980 e 1998, esse número subiu para 2.214 espécies. Para se ter idéia da gravidade dos problemas com espécies

¹ SILVA, Julieta Salles Vianna da, et al. Água de lastro e bioinvasão. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. .

exóticas, estima-se que somente os Estados Unidos tem o prejuízo de 138 milhões de dólares por ano, incluindo-se os prejuízos e gastos com controles de espécies exóticas aquáticas e terrestres. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) [4] fez um estudo em 2002, para verificar a invasão de bactérias cultiváveis por meio da água de lastro no Brasil e, detectou a presença de bactérias marinhas cultiváveis em 71 % das amostras analisadas, variando de 1.000 até 5,4 milhões de bactérias por litro de amostra. Também foi evidenciado o transporte de vibrios (31%), coliformes fecais (13%), entre outras bactérias.

Devido às águas lastreadas conter mais que apenas seres vivos, podendo estar presentes nelas esgoto, materiais tóxicos, espécies animais e principalmente vegetais endêmicas, estas últimas que não possuindo predadores naturais no novo *habitat*, podem se reproduzir rapidamente, passar a competir com as espécies nativas e até mesmo as tornar extintas no ambiente. Criando problemas econômicos, em decorrência da nova região hospedeira, possuir uma única espécie, que não atende a costumes da população e ou de empresas regionais. Fato este que dificulta a prática de atividades econômicas e o desenvolvimento de um mercado dinâmico.

Além de não possuir predadores naturais, os seres não fazem parte do hábito alimentar e de consumo da população, o que os permite total liberdade para procriar e tomar posse de toda a região, expulsando a população e suas atividades econômicas. O evento da alta procriação e vida livre de predadores, força à população junto as suas atividades econômicas migrarem, com medo de doenças causadas pelos seres invasores. A explicação para todo este sucesso dos agentes exóticos sobre a população e suas atividades econômicas, é que eles estão na água, recurso vital para a vida, não só da população, mas de todos os seres vivos, e de suma importância à execução atividades econômicas de todos os tipos, ainda mais em regiões costeiras a lagos e oceanos. Onde a água é utilizada como via de transporte a realização atividades econômicas e sociais da população.

As estações de tratamento de água e usinas hidrelétricas são outras atividades afetadas pelos seres exóticos, pois eles entopem as turbinas e filtros, aceleram a corrosão dos metais, se alojam nas paredes dos reservatórios e nas entradas de água dificultando a passagem da mesma. Desta forma prejudicam o funcionamento das usinas e deterioram a infraestrutura hídrica. Tornando necessário o aumento das manutenções preventivas e corretivas, ação que eleva os custos da geração de energia elétrica e tratamento da água.

Neste cenário o desenvolvimento do estudo descobre sobre o uso da água de lastro no comércio internacional, com o intuito de reduzir os impactos negativos relacionados à proliferação de bactérias cultiváveis no ambiente marinho de todo o globo por meio da ultrafiltração.

Justificativa

O presente trabalho de estudo tem fundamental relevância para a economia nacional, devido a possibilidade afastar o risco ambiental relacionado à previsão da indústria naval, de dobrar sua frota de navios até 2025, (CARMELO, 2008) [5]. Evento que efetivar-se da mesma forma no transporte

de bactérias cultiváveis, não sendo implementadas soluções a respeito do controle e tratamento da água de lastro.

O Brasil ainda possui um agravante, a sua forma de comércio, pela qual se exporta bilhões de toneladas de matérias-primas (soja, minérios, entre outras) de grande peso/volume e importa componentes eletrônicos e outros produtos tecnológicos de grande valor econômico e com pouco peso/volume. Deixando aparente, que muitos navios chegam de todo o globo sem carga ou com pouco peso, para serem carregados nos portos brasileiros, o fato é que eles chegam aqui cheios de água de lastro, que utilizaram para manter a estabilidade em alto mar. Nesse momento de chegada aos portos brasileiros eles são carregados com as exportações internas e despejam a água de lastro com bactérias e seres cultiváveis de todo o mundo nos portos nacionais. Neste cenário a pesquisa, tem grande importância para o comércio internacional, por analisar a importância do modal marítimo no mercado exportador brasileiro e os problemas relacionados utilização ineficaz da água como lastro para gerar condições de navegação. Apresentando ainda a ultrafiltração com uma possível solução para o uso eficiente do líquido, com a finalidade de possibilitar um transporte mundial eficaz do ponto de vista econômico e ambiental.

Revisão Bibliográfica

No Brasil a principal espécie exótica geradora de problemas a população e aos setores de água e energia é o mexilhão dourado. Esse mexilhão é um molusco originário dos rios asiáticos, em especial da China, encontrado, geralmente, fixado a substratos duros, naturais ou artificiais. Conforme dados do Ministério do Meio Ambiente (2008) [6], esse organismo de água doce e salobra, foi introduzido na Bacia do Prata, Argentina, em 1991, por meio da água de lastro de navios de carga. No Brasil, o primeiro registro da sua presença foi em 1998, na área do Delta do Jacuí, em frente ao porto de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul.

De acordo com Collyer (2007) [7], a invasão do mexilhão dourado é considerada voraz e agressiva, tendo provocado impactos sócio-econômicos significativos em parte da população. O mexilhão interfere na reprodução de espécies nativas causando prejuízos e desequilíbrio nos ecossistemas onde se instala. Decorrente possuir grande capacidade de adaptação, não encontrar inimigos naturais em águas brasileiras e ter alto poder de reprodução – uma única fêmea coloca milhares de larvas – adere e se fixa a qualquer superfície dura e forma crostas que podem cobrir áreas extensas, construindo colônias que obstruem completamente tubulações, filtros, sistemas de drenagens e canais de irrigação, o que exige interrupções mais frequentes para conservação dos equipamentos.

Em Itaipu, o mexilhão dourado alterou a rotina de manutenção das turbinas ao reduzir o intervalo entre as paralisações, antecipando custos de quase US\$ 1 milhão a cada dia de paralisação do sistema. O mexilhão também se incrusta em estruturas portuárias, força mudanças nas práticas de pesca tradicional das populações e prejudica o sistema de refrigeração de pequenas embarcações, não raro, fundindo motores (COLLYER, 2007) [7].

Segundo Guimarães (2007) [8], no Lago do Guaíba, o molusco mudou a rotina dos pescadores. A espécie rasga as redes, entope os aparelhos e causa

prejuízos. No Pantanal Mato-grossense, o mexilhão dourado tem sido encontrado na barriga de peixes.

Problemas como este se beneficiam do não seguimento das normas impostas pela Organização Marítima Internacional [8], que indica que a troca da água deve ser realizada preferencialmente em alto mar, no mínimo a 200 milhas da costa ou a 200 metros de profundidade. A distância pode cair para 50 milhas caso o navio por algum motivo não consiga executar a disposição anterior. Esta resolução é fundamentada no conceito de que organismos que vivem próximo à costa (inclusive nos portos e nos estuários) normalmente não sobrevivem quando são descarregados no meio do oceano e nem organismos originários do meio do oceano sobrevivem em águas próximas da costa, isso devido à composição da água ser diferente, principalmente em termos de salinidade. Porém na atualidade esta norma não está sendo seguida decorrente a problemas estruturais e operacionais das embarcações em realizarem o processo de troca em alto mar.

Metodologia

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de caráter exploratório, que coleta dados sobre utilização da água de lastro, para analisar os problemas causados ao meio ambiente e ao sistema econômico. Propondo novas soluções à realidade brasileira. Segundo Vergara (1998) [9], a pesquisa exploratória é adequada em áreas em que os conhecimentos acumulados são incipientes para a tomada de decisão, desta forma o estudo estará apoiado em meios documentais e bibliográficos para aproximar-se ao máximo do real processo de utilização de água, como lastro à facilitar a navegação marítima.

Para tanto, o trabalho deverá analisar os seguintes itens:

- I. Estudo técnico do método de ultrafiltração;
- II. Motivo do uso da água de lastro pelos navios;
- III. Quantidade de água para estabilizar uma embarcação;
- IV. Quantidade de água de lastro transportada no Brasil e no mundo;
- V. Impactos ambientais gerados pelas bactérias cultiváveis;
- VI. Aumento do transporte de agentes exóticos; e
- VII. Análise prática da aplicabilidade do método de ultrafiltração na mitigação dos problemas relacionados a água de lastro utilizada pelos navios.

Resultados e discussões

- I. A ultrafiltração é um processo de separação de sólidos em suspensão, colóides, bactérias e vírus. Este processo usa membranas cujo tamanho dos poros varia entre 1-100 nm, em sistema de remoção de sólidos suspensos da água, por meio de membranas permeáveis, com tamanho do poro igual a 0,1 micron. A água é forçada (por pressão) a passar pelas membranas, retendo na superfície os sólidos suspensos, inclusive as bactérias, que são removidas por retrolavagem com ar e água (ENFIL, 2010) [10].

- II. Estudo realizado por Silva (2004) [2], elencou alguns motivos pelos quais os navios usam a água de lastro. Entre eles o principal é que somente a água de lastro pode fornecer equilíbrio a um navio sem carga ou com carga de pouco peso, enquanto ele trafega pelo oceano, ou seja, não existem produtos substitutos para a água de lastro.
- III. Um navio cargueiro com capacidade de 200.000 toneladas carrega até 60.000 toneladas de água de lastro para não sofrer acidentes em alto mar (COLLYER, 2007) [7].
- IV. O alto tráfego marinho de navios, principalmente nas rotas internacionais, pode espalhar seres por todo o mundo, já que são movimentadas, por ano, aproximadamente 12 bilhões de toneladas de água de lastro mundialmente e no Brasil, aproximadamente 80 milhões, (SILVA, 2004) [2].
- V. A qualquer momento cerca de 4.500 espécies são transportadas pela água de lastro da frota mundial e essas invadem a cada nove semanas, um novo *habitat* em algum lugar do globo (IMO, 2004) [3], modificando a cultura regional e tornando mais complexa a vida das sociedades dependentes ou interdependentes deste sistema natural. A inserção de uma espécie exótica em um ambiente, provoca grandes alterações devido o sistema ambiental ter um equilíbrio complexo no qual todos os seres vivos estão envolvidos, tornando estes casos de invasões bacterianas exóticas uma ameaça a todos os seres dependentes no sistema ambiental.
- VI. A globalização de produtos, serviços e culturas é algo presente na vida em sociedade do século XXI, tornando-se indispensável o consumo dos mesmos por grande parte da sociedade humana, como forma de aproveitar-se de produtos melhores, de menor preço e mais adequados as necessidades do cliente. Sendo assim as sociedades necessitam cada vez mais de meios de transportes para interligar produtores e consumidores e, neste cenário o transporte por via marítima tem sido considerado o maior facilitador do comércio internacional. De acordo com Vieira e Motta (2007) [11], 90% de todas as cargas movimentadas mundialmente, tem o modal marítimo como seu meio de fazer o produto chegar até o comprador. Esses dados em conformidade com o aumento da comercialização entre as nações são, fatores de propulsão para novos e recorrentes casos de agentes exóticos em todo o ambiente marinho global.
- VII. A utilização de duas membranas de ultrafiltração, com diferentes tamanhos de poros evitam a entrada de bactérias nas embarcações marítimas. A ultrafiltração de acordo com Peppin & Elliot (2001) [12], é um processo, que retém tipicamente moléculas com massa molar entre 500 Daltons a 500000 Daltons. Incluem-se nessa faixa gorduras, emulsões, proteínas, polímeros, biomoléculas e colóides,

impossibilitando a passagem de bactérias ao interior das embarcações. A aplicação dos processos de separação por membranas na purificação da água utilizada nos navios apresenta-se como um desafio, visto que o volume e a carga de água coletada em cada porto apresenta uma grande variação, dependendo sobretudo da quantidade/peso de carga que deixa ou é inserida a embarcação. A figura 1, ilustra como ocorre o processo de ultrafiltração, possível de inserção em grande parte das embarcações que perfazem o transporte marítimo de carga, ficando localizado junto a entrada d'água que sucede a válvula de sucção.

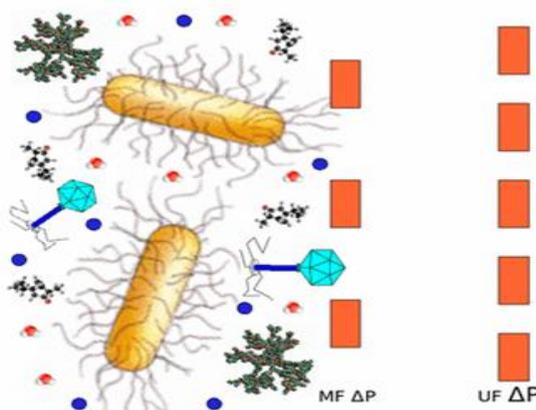


Figura 1 – Processo de ultrafiltração

Fonte: C2O

A importância da água de lastro, evidenciada pela análise levanta discussões a respeito da necessidade de estudos e soluções que viabilizem o tratamento da água utilizada pelas embarcações marítimas. Sendo assim a possível solução apresentada (ultrafiltração) no estudo melhora o setor, deixando transparecer apenas lado técnico e importante da água de lastro, que é possibilitar segurança ao transporte em uso do modal marítimo. Modal de grande eficiência econômica e que movimenta mais de 90% das cargas comercializadas globalmente.

Considerações Finais

A maneira de contenção dos danos ambientais causados pelas bactérias cultiváveis contidas na água de lastro, ainda não está completamente definida, por haver deficiências operacionais no atendimento da resolução da IMO. Entretanto, procuramos neste estudo propor uma possível solução a este importante setor, com a tecnologia de ultrafiltração já disponível no mercado.

A aplicação deste método não vai erradicar os problemas, porém a sua utilização pode contornar os impactos ambientais negativos relacionados ao modal marítimo. Nesse estudo, foi posta a função de orientar e propor novos entendimentos sobre o assunto, na busca de demonstrar aos setores relacionados ao comércio internacional e a outros que venham interessar-se pelo tema e relevância tratada. Entende-se que por meio de ações ambientais deste tipo, a utilização da água de lastro fique mais eficiente, beneficiando a qualidade de vida humana, o desenvolvimento sustentável do comércio internacional, o próprio meio ambiente que sofre evoluções e dos setores econômicos que utilizam a água como fonte primária, como por exemplo, os setores de distribuição de água e de geração de energia.

9. REFERÊNCIAS

- [1] MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). Exemplares de 1997 a 2007. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1161>> Acesso em 14 de dezembro de 2009.
- [2] SILVA, J. S. V. SOUZA, Rosa Cristina Correa Luz de. *Água de lastro e bioinvasão*. Rio de Janeiro : Interciência, 2004. 224 p. (Livros sobre ciência e ambiente).
- [3] BRASIL. Ministério da Marinha. Diretoria de Portos e Costas. *Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios, para minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos*. Resolução A.868 (20). Brasília, s.d. Acesso em : dez. 2008.
- [4] AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Brasil – água de lastro*. Brasília, fev. 2003. (Projetos GGPAF 2002). Disponível em : <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 11 dez. 2006.
- [5] CARMELLO, Claudia. Passageiros clandestinos: os porões de 100 mil navios cargueiros são uma ameaça à biodiversidade. Revista Superinteressante, São Paulo, dez. 2008. Edição Verde.
- [6] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. *Mexilhão dourado*. [Brasília], [2008]. Disponível em : <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em : jan. 2009.
- [7] COLLYER, Wesley. *Água de lastro, bioinvasão e resposta internacional*. Revista Jurídica, Brasília, v. 9, n. 84, p. 145-160, abr./maio, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/revista/Rev_84/Artigos/PDF/WesleyCollyer_rev84.pdf>. Acesso em : jan. 2009.
- [8] GUIMARÃES, Cristina. *Água transportada como lastro no porão das embarcações que viajam pelos oceanos carrega organismos capazes de gerar epidemias e desequilíbrio ecológico*. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/especiais/meioambiente_navios/poluicaonavios_capa.htm>. Acesso em: 11 dez. 2006.
- [9] VERGARA, S. C. *Métodos de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 1998
- [10] ENFIL – Linha de produtos, *UltraFiltração*http (2010), Disponível em: <<http://www.enfil.com.br/agua6.asp>> Acesso em: 01 fev. 2010
- [11] VIEIRA, G. B. B.; MOTTA, A. S. *Análise comparativa da produtividade no Tecon Rio Grande antes e após a privatização*. Logística empresarial: Estudos e Casos. São Paulo: Aduaneiras, 2007.

[12] PEPPIN, S. S. L.; ELLIOT, J. A. W. *No n - e q u i l i b r i u m t h e r m o d y n a m i c s o f c o n c e n t r a t i o n p o l a r i z a t i o n*. Advances in Colloid and Interface Science, Amsterdam, v. 92, p. 1 – 72, 2001.

Contato

Rua: João Gonçalves, 511 – Bairro: Centro – Cidade: Guarulhos – Estado: São Paulo - CEP: 07010-010 – País: Brasil - Tel: (11) 2229-0392 - Fax: (11) 2229-0392 - e-mail: rafael.bizerra@fatec.sp.gov.br