

4

CAPÍTULO

TRATAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO NO PORTO

NEWTON NARCISO PEREIRA, HERNANI LUIZ BRINATI

4.1 TRATAMENTO EM TERRA

No capítulo anterior mostramos que os sistemas de tratamento de água de lastro desenvolvidos até agora não seriam capazes de atender aos padrões impostos pela Califórnia. Além disso, vimos que estudos recentes colocam em cheque a validade dos testes realizados para certificar esses sistemas para serem instalados nos navios.

Além disso, não devemos esquecer que estávamos tratando de um mercado bilionário. O custo de um sistema de tratamento de água de lastro a bordo de navios é extremamente elevado. Durante nossa visita ao Japão, visitamos a Mitsui Shipping. Trocamos informações com os engenheiros responsáveis pela instalação dos sistemas de tratamento de água de lastro em navios da empresa. Os valores apresentados para cada sistema de tratamento situavam-se na faixa de 1 a 2 milhões de dólares por navio.

Nós comentamos que se trata de um mercado em torno de 110 bilhões de dólares, se a BWMC for aprovada e entrar em vigor no curto prazo. Basta considerar que existem mais de 65.000 navios mercantes disponíveis para receber um sistema de tratamento de água de lastro a bordo. Deste modo, facilmente,

chegamos ao montante apresentado. Por isso, a existência de mais de 70 sistemas de tratamento de água de lastro em todo mundo.

Isso então pode ter justificado o porquê, da demora para a BWMC entrar em vigor, pois os principais países de bandeira de conveniência não ratificaram a BWMC.

Somado a isso, é natural que essa resistência exista, pois as evidências mostram que o custo para os armadores dos navios é extremamente elevado para aquisição, instalação do sistema a bordo, além do tempo parado para a realização da instalação de qualquer um destes sistemas. Além disso, existe ainda o fato dos mesmos não serem plenamente confiáveis, conforme mostramos anteriormente.

Deste modo, não podemos deixar de comentar sobre métodos alternativos aos sistemas a bordo dos navios. Neste caso, estamos nos referindo às estações de tratamento de água de lastro em terra.

Este método consiste em transferir a água a bordo dos tanques de lastro do navio para uma unidade de tratamento em terra. Nos Estados Unidos estão sendo desenvolvidos estudos, encomendados pelo governo, para analisar a viabilidade da implantação destas estações de tratamento de água de lastro. Estão sendo examinados os portos de Milwaukee e Baltimore (BROWN e CALDWELL, 2007; GREENMAN *et al.*, 1997) e o terminal de navios de cruzeiro de São Francisco (BLUEWATER NETWORK, 2005). Na Austrália foram realizados estudos em 1993 e 1997, pelo próprio governo, para instalação de uma estação de tratamento em terra no porto de Vitória.

Estes fatos indicam que esta alternativa pode ser uma opção para minimizar o despejo ilegal de água de lastro nas águas brasileiras. Atualmente, todas as alternativas de tratamento de água de lastro devem ser testadas em unidades de terra, ou seja, as tecnologias são testadas em estações em terra, antes de ser instalado a bordo dos navios. Nestas estações é medida a eficácia do tratamento, em que é coletada água dos navios e da própria região portuária para tratamento.

Conforme mencionado anteriormente, existem unidades em terra que têm finalidade de separar o óleo da água de lastro, quando navios utilizam os tanques de carga para transportar água de lastro. Estas estações são uma evidência de que é possível operacionalmente retirar a água de lastro dos navios no porto, sem comprometer sua funcionalidade. Na região do Alasca navios petroleiros, além de usarem água de lastro nos tanques segregados, utilizam também os tanques de carga para lastrear o navio. Em função das restrições ambientais para o despejo de água misturada com óleo, o terminal dispõe de uma estação para receber e tratar esta água. A Figura 29 apresenta o terminal portuário de Valdez no Alasca, que dispõe de uma unidade de recepção e separação de óleo da água de lastro (VALDEZ TERMINAL, 2009).

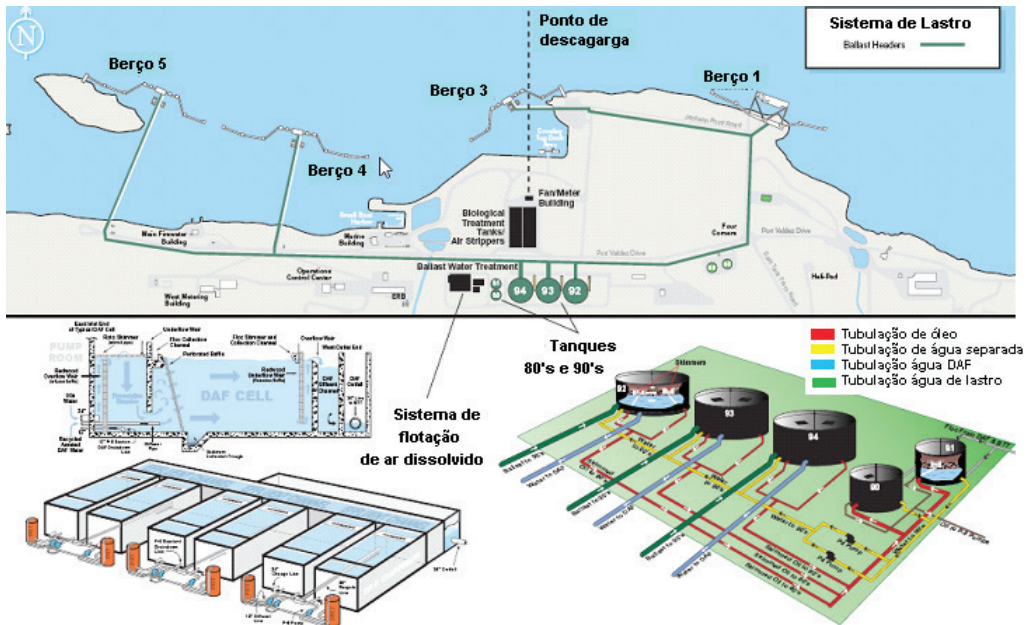


Figura 29 Terminal de Valdez – unidade de tratamento em Valdez

Fonte: Valdez Terminal (2009)

A água é transferida dos tanques de lastro para tanques de armazenamento em terra, em que ocorre a separação entre óleo e água por diferença de densidade. A água, então, é bombeada para uma estação de flotação em que são injetadas microbolhas de ar juntamente com um polímero que reage com os resíduos de petróleo, que são absorvidos na espuma formada pelo processo. Finalmente, ocorre o tratamento biológico, com a inserção de micróbios na água, que metabolizam os componentes de petróleo, e removem quaisquer resíduos químicos antes da descarga da água no porto.

As características físicas da estação de tratamento de água de lastro de Valdez são as seguintes (VALDEZ TERMINAL, 2009):

- Três tanques de recebimento de água de lastro com capacidade 70.000 m^3 de água de lastro.
- Um tanque para tratamento biológico com capacidade de 21.000 m^3 .
- Tubulações nos berços de 42 polegadas de diâmetro.
- Capacidade de tratamento mensal 800.000 m^3 .
- Difusor de linha localizado à 80 m de profundidade e a uma distância de 300 m da costa.

O terminal recebe aproximadamente 10 milhões de m³/ano de água de lastro misturada com óleo.

Outras estações com mesma finalidade foram instaladas nos portos de Sullom Voe e Scarpa Flow na Escócia. Elas funcionam desde a década de 70 e seguem o mesmo princípio de operação. No Terminal de Flotta Oil, no porto de Scarpa Flow, os navios petroleiros só podem despejar a água dos tanques de carga para os dois tanques de armazenamento com capacidade de 159.000 m³. Essas informações estão disponíveis na página web dos terminais.

As características desta estação são:

- Dois tanques de recebimento de água de lastro com capacidade 159.000 m³ de água de lastro.
- O sistema de bombas de captação de água de lastro com vazão de 4.000 m³/h.
- Um tanque para tratamento biológico com capacidade de 21.000 m³.
- Tubulações para deslastro nos berços de 16 polegadas de diâmetro.
- O terminal recebe aproximadamente 16 milhões de m³/ano de água de lastro.

Estas unidades de recepção de água de lastro foram exigidas de acordo com um anexo da MARPOL 73/78 e devem ser implementadas no Brasil em função das exigências da Lei 9966/00. Estas instalações são operadas com a finalidade de separar o óleo da água de lastro, mas podem ser modificadas para incorporar um tratamento da água de lastro para remoção dos organismos aquáticos não nativos indesejáveis (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

As modificações devem contemplar essencialmente outra forma de processamento, pois neste caso, uma vez separada a água do óleo, deve ser aplicado algum tratamento para eliminar as espécies presentes na água. Este tratamento pode ser, por exemplo, aquecimento, radiação UV ou simplesmente filtração antes de descartar a água no oceano. Contudo, até o momento não foram quantificados os custos para tais adaptações.

Existe nos Estados Unidos uma unidade de teste para tratamento de água de lastro na Flórida, denominada como Ballast Water Treatment Test Facility at NRL Key West, em que se dispõe de tanques para coleta da água de lastro, unidades de controle químico e biológico da água, bem como unidade de transferência da água tratada para o descarte no mar (COPPING, 2008). Esta unidade foi

construída em 2007, sendo a primeira unidade para tratamento de água de lastro no mundo, em pequena escala. Foi uma iniciativa da *Great Ships*, com apoio da indústria marítima dos Grandes Lagos, agências federais e outros órgãos governamentais, para inibir a proliferação de espécies exóticas no país. A unidade é composta de quatro tanques, cada um com capacidade de 50.000 galões, ou seja, 189 m³ cada.

Leffler *et al.* (2008) descrevem uma estação de testes de tecnologias em terra em escala real, instalada nos Estados Unidos. Ela foi fabricada com apoio da *Great Ships Imitative*, próximo à ponte de Duluth, em Minnesota. Esta estação utiliza diversos sistemas de tratamento como radiação, UV, O₃, biocidas e filtração.

Honda *et al.* (2008) apresentaram o esquema de uma estação em terra utilizada para tratar pequena quantidade de água de lastro durante a fase de teste da tecnologia proposta, baseando-se também no uso de O₃ e filtragem.

Os resultados dos testes conduzidos nesta estação indicaram que o sistema proposto pode ser instalado com segurança a bordo dos navios. Além disso, as análises da qualidade da água indicaram que o tratamento atingiu os padrões estabelecidos pela IMO para aquela região. Após os testes em terra esse sistema foi instalado a bordo de um navio para avaliar sua eficácia, para requerer aprovação pela IMO. Contudo, até o presente momento não foram divulgados os resultados dos testes¹.

Um estudo realizado pelo Porto de Milwaukee nos Estados Unidos, encomendado pela *Wisconsin Department of Natural Resources* (WDNR) desenvolvido por Brown e Caldwell (2007) apresentou os resultados de uma avaliação técnica comercial para instalação de uma estação de tratamento de água de lastro no porto, conforme mostrado na Tabela 6. Neste estudo foram avaliadas várias alternativas de tratamento existentes, considerando os custos de cada tecnologia. Analisou-se também a viabilidade do emprego de três sistemas de transporte para coletar a água de lastro dos navios: caminhão, trem (*car rail*) e barça. Além disso, o estudo computou os custos de todos os equipamentos necessários para implantar o sistema de coleta no porto, bem como a operação do sistema.

¹ Até janeiro de 2012 não foram encontrados os resultados destes testes conduzidos com esse tipo de sistema de tratamento de água de lastro.

Tabela 6 Comparativo das opções de tratamento de água de lastro²

| ALTERNATIVA | Bombeamento para navio | Transporte | Armazenamento | Filtragem e bombeamento para estação de tratamento | Tratamento | TOTAL |
|---|------------------------|-----------------|-----------------|--|-----------------|-----------------|
| Transporte e armazenagem com barcaça - tratamento UV | \$ 100.000,00 | \$ 500.000,00 | \$ - | \$ 150.000,00 | \$ 560.000,00 | \$ 1.310.000,00 |
| Transporte com duto para estação de tratamento com UV | \$ 100.000,00 | \$ 2.600.000,00 | \$ 1.200.000,00 | \$ 150.000,00 | \$ 560.000,00 | \$ 4.610.000,00 |
| Transporte e armazenagem com barcaça - tratamento Ozonio | \$ 100.000,00 | \$ 500.000,00 | \$ - | \$ 150.000,00 | \$ 800.000,00 | \$ 1.550.000,00 |
| Transporte com duto para a estação de tratamento com Ozonio | \$ 100.000,00 | \$ 2.600.000,00 | \$ 1.200.000,00 | \$ 150.000,00 | \$ 800.000,00 | \$ 4.850.000,00 |
| Transporte e armazenagem com barcaça - tratamento Filtragem | \$ 100.000,00 | \$ 500.000,00 | \$ - | \$ 150.000,00 | \$ 1.000.000,00 | \$ 1.750.000,00 |
| Transporte com duto para a estação de tratamento com Filtragem | \$ 100.000,00 | \$ 2.600.000,00 | \$ 1.200.000,00 | \$ 150.000,00 | \$ 1.000.000,00 | \$ 5.050.000,00 |
| Transporte e armazenagem com barcaça - tratamento Cavitação hidrodinâmica | \$ 100.000,00 | \$ 500.000,00 | \$ - | \$ 150.000,00 | \$ 800.000,00 | \$ 1.550.000,00 |
| Transporte com duto para a estação de tratamento com Cavitação hidrodinâmica | \$ 100.000,00 | \$ 2.600.000,00 | \$ 1.200.000,00 | \$ 150.000,00 | \$ 800.000,00 | \$ 4.850.000,00 |
| Transporte e armazenagem com barcaça - tratamento com Cavitação hidrodinâmica com armazenagem adicional | \$ 100.000,00 | \$ 500.000,00 | \$ - | \$ 150.000,00 | \$ 2.500.000,00 | \$ 3.250.000,00 |
| Transporte com duto para a estação de tratamento com Cavitação hidrodinâmica com armazenagem adicional | \$ 100.000,00 | \$ 2.600.000,00 | \$ 1.200.000,00 | \$ 150.000,00 | \$ 2.500.000,00 | \$ 6.550.000,00 |

Fonte: Brown e Caldwell (2007)

Segundo os autores, pelo critério de custo, a melhor opção seria fazer o transbordo do lastro para uma barcaça que depois transportaria a água de lastro até a estação de tratamento, que utiliza tratamento ultravioleta. Contudo, uma vez que a barcaça já está sendo utilizada para coletar a água de lastro deveria ter sido avaliada a possibilidade de instalação de um sistema de tratamento na própria barcaça, análise que não foi considerada pelos autores, mas será proposta neste estudo. Esse mesmo estudo foi revisado em 2008, porém esses documentos não se encontram públicos.

O NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996) menciona que as vantagens principais do tratamento em terra são:

² Os valores apresentados estão em dólares americanos de 2007.

- As autoridades do porto (ou regionais) poderiam operar e manter as instalações e poderiam monitorá-las rotineiramente para determinar a extensão e a eficácia do tratamento.
- As operações em uma instalação terrestre permitem o melhor controle do tratamento do que sob condições operacionais potencialmente difíceis a bordo do navio.
- O rejeito oriundo do processo de tratamento pode ser disposto de uma maneira ambientalmente aceitável sob o controle de uma autoridade apropriada.
- Unidades em tratamento em terra podem mesclar as alternativas de tratamento para garantir maior eficácia para o processo, da mesma forma que pode ser feito a bordo do navio.

Cohen (1998) apresenta as seguintes vantagens deste sistema:

- A água de lastro pode ser tratada em conjunto com o esgoto em unidade de desinfecção no entorno do porto ou na rede municipal.
- Podem ser aplicados em estações em terra métodos semelhantes à filtração que podem remover muitos estágios de vida resistentes (cistos e esporos), assim como organismos e inorgânicos suspensos no sedimento, além de poder combinar métodos como biocidas, UV que são mais baratos e eficientes.
- Maior segurança da tripulação, pois não existe contato com os agentes tóxicos dos tratamentos a bordo e evita problemas de corrosão e estresse estrutural em função das variações térmicas que alguns métodos podem oferecer.
- Não requer espaço adicional ao navio especialmente na sala de máquinas, nem aumento no consumo de energia do navio, instalações e modificações do projeto original.
- O método pode oferecer uma economia de escala na construção e operação de estações em terra versus o número de equipamentos que precisariam ser instalados nos navios para tratar a mesma quantidade de água de lastro.

Gollasch *et al.* (2007) apresentam as seguintes vantagens:

- Atualmente, os navios petroleiros são exemplos da possibilidade de desenvolver um sistema padronizado nos portos para fazer a transferência da água de lastro. Todo terminal portuário dedicado à operação de navios petroleiros tem seus sistemas de bombeamento padronizado, permitindo assim que qualquer navio realize sua operação de carga e descarga. Desse modo, o mesmo conceito de projeto padronizado de tubulações para retirada de petróleo e derivados pode ser aplicado no desenvolvimento de sistemas coletores de água de lastro dos navios nos portos.

- Unidades em terra podem ser fonte de fornecimento de água tratada para o porto e para os navios que precisam carregar um lastro limpo.

Contudo, os mesmos autores também apresentam as principais desvantagens das instalações do tratamento em terra tais como:

- Necessidades de encanamentos de conexão entre as estações de tratamento e todos os berços; cada navio precisaria ter seu sistema de bombeamento de água de lastro modificado, caso não exista a possibilidade do uso de mangotes para se conectar com os tanques de lastro (AQIS, 1993). Os portos maiores precisariam de múltiplas unidades de recepção.
- Os atrasos no transporte podem ocorrer se a capacidade do lastro dos navios excedesse a capacidade do sistema de tratamento (que inclui os tanques de armazenamento).
- Se os navios são capazes de trocar o lastro no mar, os operadores do navio provavelmente elegeriam usar esta opção do que usar as facilidades em costa, assim limitando a viabilidade econômica de tais facilidades.
- Alto custo de aquisição de terra para instalação dos sistemas de armazenamento.
- Pode não ser possível tratar a água de lastro despejada pelo navio durante sua entrada no canal de acesso, para aliviar seu calado, ou acelerar o processo de deslastro, o que pode contribuir para a bioinvasão.
- Apesar destas desvantagens, o tratamento em terra permanece como uma alternativa factível dentro de uma gama de opções atualmente disponíveis para tratar a água de lastro, desde que os critérios para a segurança, aceitabilidade ambiental, operações rentabilidade, sejam considerados. A seguir serão apresentadas alternativas de tratamento da água de lastro na região portuária.

4.1.1 Estação de tratamento móvel

Uma possibilidade de tratar a água de lastro é através de estações móveis (navios/barcaças). Elas podem tratar a água dos navios que não dispõem de instalações de tratamento a bordo, ou mesmo captar a água de lastro do navio e transportá-la para uma unidade de tratamento costeira, conforme proposto por (HALLEGRAEFF, 1993; CARLTON, 1995; BROWN & CALDWELL, 2007).

Isto exigiria o transporte de grandes quantidades de água de lastro através de grandes portadores de carga (PEREIRA e BRINATI, 2008). Este tipo de transporte – Translastro – pode ser realizado através de barcaças oceânicas ou até mesmo navios petroleiros desativados e adaptados para este tipo de operação. Como é uma exigência mundial que os navios que transportem substâncias tóxicas tenham casco duplo, muitos navios com idade avançada deixaram de fazer

estas viagens e ficaram fora de operação. Deste modo, eles poderiam ser utilizados para realizar este tipo de serviço.

A vantagem deste sistema é que os portos podem ter uma ferramenta de controle, ou seja, estariam implementando barreiras de entrada e oferecendo um serviço aos navios que não podem receber sistemas de tratamento a bordo. Este sistema possibilita que o agente portuário faça um controle dos volumes de água de lastro despejados para cada navio, bem como tenha condições de validar seu tratamento e garantir que na sua área de influência a água de lastro lançada é tratada. Além disso, abre-se a oportunidade para criar um novo serviço portuário, como ocorre com a operação de *bunker*, dragagem entre outras. Cabe salientar que, neste caso, existe a necessidade de uma regulação para deliberar sobre a operação comercial do Translastro.

Em último caso, se o porto não deseja instalar estações em terra, pode coletar a água do navio em unidade móvel sem tratamento e despejar em alto mar para garantir o cumprimento das regras. Obviamente, nestes casos, deve ser realizado um estudo de viabilidade econômica.

Gollasch *et al.* (2007) sugerem que esta opção seja apenas aplicável em circunstâncias especiais, por exemplo, em portos com limitações de berços, semelhantes aos portos de exportação de óleo em que um ou dois navios podem atracar a contrabordo e operar ao mesmo tempo.

Este conceito tem já tem sido desenvolvido pela empresa holandesa Damen Services, conforme mostrado na Figura 30 e Figura 31. Em meados de 2014 chegamos a discutir alternativas para colaborarmos com os holandeses na avaliação da viabilidade deste sistema nos portos brasileiros.



Figura 30 Protótipo de Barcaça para coleta e tratamento da água de lastro no porto

Fonte: Damen (2017)



Figura 31 Simulação da barcaça operando a contrabordo de um navio atracado em porto

Cabe frisar que em dezembro de 2017 cerca de 7 portos da Europa já podem se utilizar dos serviços móveis de tratamento de água de lastro oferecidos pela Damen (Figura 32).



Figura 32 Sistema de tratamento móvel da Damen Invasave instalado sobre uma barcaça que permite mobilidade ao sistema de tratamento instalado dentro de um container³

Fonte: Damen (2017)

Os portos dotados do sistema segundo a empresa são Rotterdam, Amsterdam, Brest, Dunkerque, Vlissingen, Den Helder, Stellendam e Harlingen. O sistema de mangueira para conexão entre o navio e a unidade de tratamento é mostrado na (Figura 33).

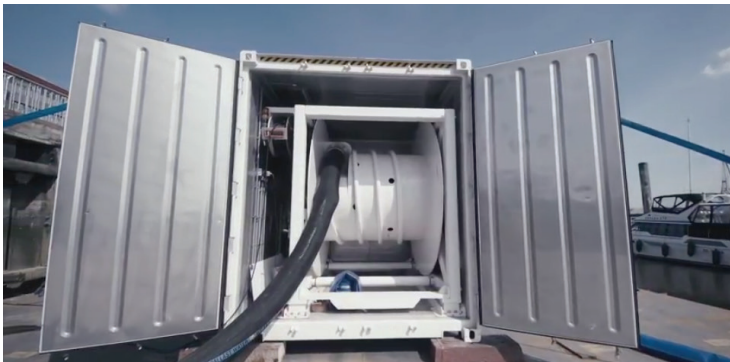


Figura 33 Sistemas de mangueiras para conexão entre o navio e a unidade de tratamento em terra

Fonte: Damen (2017)

A mangueira é conectada diretamente com a tubulação do navio para realizar a captura da água de lastro (Figura 34).

Isso mostra que existem outras possibilidades de analisar o problema, bem como, encontrar soluções para operação dos navios nos portos, no que se refere ao controle da água de lastro.

³ Imagens extraídas do vídeo institucional da Damen.



Figura 34 Sistema de conexão da mangueira para realização da coleta da água de lastro do navio⁴

Fonte: Damen (2017)

4.2 REUSO DA ÁGUA DE LASTRO

Instalar uma unidade de tratamento de água de lastro em terra permite cogitar alternativas para o reuso da água de lastro. Esse é um aspecto muito importante, pois a água de lastro é vista como um problema que precisa ser gerenciado, cujos custos de tratamento podem ser onerosos, tanto para os portos quanto para os armadores. Assim, deve-se buscar encontrar alguma alternativa de reutilização desta água que pode ser descartada no entorno do porto.

Uma primeira alternativa poderia ser armazenar a água e transferi-la para os navios que precisassem de água de lastro para sair do porto na condição de lastro. Contudo, dependendo da característica do porto isso não é possível. Por exemplo, um porto dedicado somente à exportação de grãos recebe os navios sem carga e, geralmente, eles partem totalmente carregados para seu destino. A água de lastro captada desses navios deve ser armazenada, tratada e depois descartada, pois não há possibilidade de ser transferida para tanques de lastro de navios, a não ser que o mesmo porto tenha operação de importação de produtos. Mesmo assim, o volume de água de lastro recebida de grandes navios nem sempre é compatível com o volume requisitado pelos navios de importação. Sendo assim, sempre poderá haver um problema de balanço de massa.

No entanto, pode ser uma alternativa reutilizar esta água para processos industriais, ou até mesmo utilizá-la em processos de dessalinização, em que não existiria nenhuma chance de sobrevivência dos organismos presentes na água de lastro. Por mais que busquemos soluções robustas e complicadas para o problema

⁴ Imagem extraída do vídeo institucional da Damen.

da água de lastro, nos parece que a solução mais viável nem sempre é a mais cara. Talvez a solução para o problema esteja no reuso da água despejada pelos navios, de modo, que a mesma seja coletada, tratada e depois reutilizada.

4.3 DISCUSSÃO

Existem, portanto, alternativas para tratamento da água de lastro nos portos, ou no seu entorno. Elas não devem ser descartadas quando se examinam as possibilidades de tratamento da água de lastro.

Idealmente, o navio não deveria ser fonte de poluição, nem durante a operação nem na chegada aos portos. Porém, como isso não é possível, deve-se considerar que o tratamento dos resíduos possa ser feito a bordo, mas também nas pontas da viagem.

Existe um grande mercado para os fabricantes de sistemas de tratamento a bordo dos navios, o que está motivando as pesquisas e o desenvolvimento destes equipamentos. Contudo, não existe ainda um sistema de elevada eficiência que garanta ao navio alta segurança operacional e ambiental. Pode ser questionável, então, para os armadores a aquisição de uma série de equipamentos de alto custo que não proteja plenamente o meio ambiente e ainda coloque em risco sua operação, junto aos órgãos fiscalizadores. Dotar todos os navios existentes no mundo com sistemas de tratamento a bordo é praticamente impossível, devido às dificuldades de ordem de projeto, espaço, idade do navio e custos gerais. Então, por que as pesquisas não são focadas nas extremidades, onde essencialmente todos os navios são obrigados a parar para operar, ou seja, nos portos?

Se a engenharia conseguiu resolver problemas complexos para a transferência de petróleo em terminais dedicados a Gás Natural Liquefeito – GNL, bem como as operações de transferência de petróleo em alto mar, não seria mais factível dotar os portos com sistemas de recepção e os navios com sistemas transferência de água de lastro para unidades de tratamento em terra? Considerando que os navios são dotados de bombas para operações de lastro e deslastro, seria necessário, essencialmente, desenvolver um sistema de conexão e mangotes para capturar a água de lastro a bordo nos pontos de drenagem ou diretamente dos tanques. Esse sistema teria, certamente, um custo menor do que um sistema de tratamento a bordo, conforme mostrado na Tabela 6.

Segundo o Lloyd's List Group (2010) existem no mundo cerca de 1.800 berços de atracação. Considerando que existam aproximadamente 80.000 navios mercantes em operação (DONNER, 2010), a relação é de 44 navios/berço. Assim, o investimento em infraestrutura nos berços, para captação da água de lastro, bem como transporte e armazenamento da água quando necessário, será bem menor do que o investimento necessário para dotar 44 navios com sistema de tratamento de água de lastro.

A Brown & Caldwell (2007) mensurou o custo de capital para adquirir e instalar diversos sistemas e alternativas de tratamento de água de lastro no porto de Milwaukee. O sistema projetado tem capacidade de coletar 680 m³/h, armazenar 1.890 m³ e tratar a água de lastro numa vazão de 100 m³/h. Considerando um sistema de tratamento a base de ozônio, sistema de dutos para coleta da água e armazenamento, o investimento é da ordem US\$ 4.850.000.

Considerando que um sistema de tratamento a bordo, como o PureBallast, custa US\$ 1.240.000, dotar 44 navios, com o mesmo sistema em condições ideais, ou seja, sem contabilizar custos adicionais para adaptação do navio ao sistema, o custo total é US\$ 54.560.000, ou seja, 11 vezes maior. Deste modo, pode ser questionável o empenho na solução a bordo, considerando a quantidade de recursos que deverão ser despendidos pelas empresas de navegação, além dos riscos que os sistemas atuais podem oferecer à operação do navio. Outra questão importante é que embora os sistemas de tratamento a bordo atendam às exigências da IMO, os estados membros podem fazer outras exigências que os sistemas atuais podem não atender, com correspondentes efeitos sobre a operação dos navios. Certamente, o controle e o monitoramento da eficiência do tratamento são mais fáceis de serem conduzidos em terra do que no mar.

Por outro lado, em relação ao Brasil, cumpre destacar que está tramitando no Congresso Nacional propostas de projetos de lei, que visam atribuir aos portos a responsabilidade de fiscalizar e monitorar a qualidade da água de lastro a bordo de todas as embarcações que atracarem em seus berços.

Como visto nas seções anteriores, para realizar sondagens nos navios é necessário um aparato tecnológico, bem como treinamento para coletar e analisar a água de lastro. De fato, uma medida de controle teoricamente simples, é a medição da salinidade da água de lastro, através de um refratômetro.

No entanto, existe a necessidade de uma infraestrutura de controle e de pessoal especializado que, atualmente, os portos não dispõem. Ou seja, de certo modo, a solução de tratar a água de lastro em terra não pode ser descartada. Além disso, o custo, tempo, mobilização de pessoal especializado para a inspeção da água de lastro, bem como de fazer com que um navio que não cumpriu a troca da água de lastro saia a 200 milhas da costa para fazê-lo seria totalmente dispensável se o tratamento fosse realizado diretamente no porto.

O problema não está somente na identificação da salinidade, mas na necessidade de se realizar análises mais amplas e profundas dos parâmetros de qualidade da água com suspeita de contaminação, pois nestes casos ela deve ser analisada mais específica em laboratório. Por outro lado, se a autorização para o navio atracar depender do resultado da análise laboratorial, o tempo de resposta para o navio tenderá a ser cada vez maior, ou seja, poderão se acentuar os problemas de filas de espera para atracação.

Um exemplo disso, foi a portaria N°18 da Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado do Maranhão que cria a obrigatoriedade da verificação da qualidade da água de lastro de navios por meio de uma empresa credenciada para sua realização. Esta portaria não deixou claro como o procedimento de coleta e análise dos parâmetros físico, químico e biológico deveriam ser conduzidos. Ademais, não explicitou os indicadores necessários para avaliação, bem como, os critérios aceitáveis foram baseados nos parâmetros da BWMC.

Isso fez com que a Diretoria de Portos e Costas emitisse um parecer contrário à esta portaria, mostrando que o monitoramento da qualidade da água de lastro de navios é uma obrigação da Marinha Brasileira.

Ou seja, isso mostra um pouco da fragilidade jurídica a respeito da temática de monitoramento dos parâmetros de qualidade de água de lastro, bem como, a falha na análise dos impactos que tais medidas podem causar sobre o sistema portuário brasileiro.

Cabe salientar, que a proposta da SEMA no fundo vem de encontro com a proteção do meio ambiente marinho e não é diferente na sua essência do que ocorrem em outros países como a Austrália e Nova Zelândia, onde esse serviço de verificação também é terceirizado. Porém a tarifa cobrada para o armador é pequena e serve para garantir a manutenção do sistema. No caso brasileiro, o que assustou a comunidade marítima local foram os valores sugeridos para realização deste serviço na ordem \$ 10,000, segundo informações que foram veiculadas no mercado.

Medida semelhante também foi internalizada pela Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ), em que pode ter se baseado na portaria da SEMA do Maranhão.

O impacto desta opção de verificação da água de lastro se implementada refletirá em maiores valores de “demurrage” pagos pelos portos, pois os armadores sabendo que vão operar em um porto, cujo tempo de operação pode ser impactado pela espera causada pelas filas e por liberações de ordem ambiental priorizarão outros portos que não tenham tais influências. Outra opção para compensar essas perdas de oportunidade do armador em não colocar o navio para operar em função das esperas no porto é aumentar o valor do demurrage.

Para adoção de medidas de coleta de amostras de todos os navios que atracarem no Brasil, os portos deverão dispor de laboratórios ou contratar esses serviços de empresas especializadas, conforme ocorre na Austrália, ou dotar-se de equipamentos de medição e identificação rápida de espécies, que auxiliam no processo, mas não exige a necessidade de um especialista em taxonomia. Esse tipo de solução poderá ocasionar maior tempo operacional dos navios junto ao porto. O que vai contra ao princípio da IMO que qualquer adoção para o tratamento da água de lastro deve buscar não impactar na operação do navio e do porto.

Além disso, métodos que são inviáveis para implantação a bordo dos navios, como aquecimento e uso de biocidas, por exemplo, poderiam ser instalados em

unidades de tratamento em terra. Pode-se usar gás natural, como fonte primária de energia, para alimentar as caldeiras no caso do aquecimento e dióxido de cloro, que não gera trihalometano, como biocida. Há casos de terminais portuários privativos, em que existem no complexo portuário usinas de pelotização, que utilizam o carvão como fonte de energia principal, e descartam uma grande quantidade de calor ao longo do processo de produção.

Essa energia desperdiçada poderia ser recuperada e utilizada no processo de aquecimento da água de lastro. O mesmo processo pode acontecer em terminais que têm usinas siderúrgicas e termoelétricas como, por exemplo, o complexo portuário de Pecém. Nestas localidades onde o porto tem forte interação com empresas é possível que a água de lastro sirva como fonte de suprimento de água para fins industriais.

No caso do Brasil, que tem uma vocação para desenvolver produtos renováveis, poder-se-ia pensar em alternativas de energia limpa para aquecer a água de lastro. A água aquecida depois de tratada, mesmo quente, pode ser despejada no estuário através de um difusor a grande profundidade e longa distância da costa, em que a pluma tende a se dispersar e a água se resfria rapidamente. Além disso, o controle da temperatura de descarte da água poderia ser muito mais eficiente do que um sistema a bordo do navio que, em caso de falha, pode despejar grande quantidade de água quente no mar e prejudicar o meio ambiente onde a embarcação está operando.

Contudo, para que tratamento em terra seja implementado, deve conferir maior flexibilidade do que o tratamento a bordo do navio, além de ser menos custoso para o armador. Não se pode esquecer que, para os portos já construídos, podem existir barreiras a sua implantação no que tange à área disponível para tancagem, adaptações de berços e tubulações. Porém, para projeto de novos terminais portuários, esta pode ser uma alternativa interessante de controle ambiental, que deve estar na pauta de discussão dos órgãos competentes. Para minimizar os problemas relativos a espaço, alguns pesquisadores cogitam em bombear a água de lastro até uma estação de tratamento de esgoto e aplicar o tratamento.

Neste caso, quando se utiliza o método do aquecimento, a água aquecida pode ser transferida para estações de esgoto para ser utilizada no processo de tratamento. Na busca de uma solução para o problema todas as alternativas possíveis devem ser investigadas.

É neste contexto de soluções que as estações de dessalinização apresentam-se como uma boa opção. Ao invés de investimento em tratar a água de lastro no entorno do porto, todo o sistema de recepção pode ser transferido para um local próximo à usina de dessalinização. A usina também não precisa ficar ao lado do porto, pode ficar distante e dispor de um sistema de dutos que transfira a água até o local. Além disso, a água doce gerada pode ser inserida no sistema de abastecimento local e gerar uma economia para as cidades onde elas estão instaladas, bem como pode gerar receita para o operador deste sistema em caso de particular.

4.4 REFERÊNCIAS

BLUEWATER NETWORK. Request for proposals: Study of the Feasibility of Shore-side Treatment of Ballast Water at the new cruise ship terminal at Piers 30-32 in San Francisco. 2005.

BROWN e CALDWELL. Port of Milwaukee Onshore Ballast Water Treatment–Feasibility 6 Study Report. Prepared for the Wisconsin Department of Natural Resources. Brown and 7 Caldwell, Milwaukee, WI. 2007. 114 p.

CARLTON, J.T. *et al.* Transoceanic and inter-oceanic dispersal of coastal marine organisms: The biology of ballast water. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, v.23. 1995.

COHEN, A.N. Ships' Ballast Water and the Introduction of Exotic Organisms into the San Francisco Estuary: Current Problem Status and Management Options. Report for California Bay Delta Authority, Sacramento, CA. San Francisco Estuary Institute, Richmond, CA. 1998.

COPPING, Andrea. Pacific Northwest Ballast Water Test Facility. 2008.

DONNER, P. BALLAST. Water Treatment Ashore Brings More Benefits. Pages 97-105 in: *Emerging Ballast Water Management Systems. Proceedings of the IMO-WMU Research and Development Forum, 26-29 January 2010, Malmö, Sweden.* A GloBallast-Global Industry Alliance and World Maritime University Initiative. Bellefontaine, N., F. Haag, O. Lindén and J. Matheickal (eds.). WMU Publication, Malmö, Sweden. 2010.

GOLLASCH, S. *et al.* Critical review of the IMO international convention on the management of ships' ballast water and sediments. *Harmful Algae*, 6, 2007. 585–600.

GREENMAN, D. *et al.* Ballast Water Treatment Systems: A Feasibility Study. United States Coast Guard Office of Response, Worcester Polytechnic Institute. 2100 2nd Street South West, Room 2100, Washington, DC 20593. 1997.

HALLEGRAEFF, G.M. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologica* 32. 1993. 79–99 p.

HONDA, K. *et al.* Development of the Special Pipe Hybrid Ballast Water Management System Combined with Ozone treatment version. International ballast conference Singapore. 2008.

LEFFLER, C.E.B. *et al.* Ballast Water Processing System utilizing several advanced oxidation concepts and neutralization techniques. International ballast conference Singapore. 2008.

LLOYD'S LIST GROUP. <http://www.lloydslist.com> 2010.

PEREIRA, N.N.; BRINATI, H.L. Estudo sobre tratamento de água de lastro. 22º Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore – Rio de Janeiro. RJ. Outubro de 2008.

VALDEZ TERMINAL, 2009. <http://www.pwsrca.org/>. Acessado em 20/10/2009.