



XVII
Capítulo

**METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM DOS ORGANISMOS
TRANSPORTADOS EM ÁGUA DE LASTRO DOS
NAVIOS MERCANTES**

**Rosa Cristina Corrêa Luz de Souza; Flavio da Costa Fernandes;
Olga Maria Danelon; Karen Tereza Sampaio Larsen;
Julieta Salles Vianna da Silva;
Fabio Collichio & Luciano Rapagnã**

Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Rua Kioto, 253 – Praia dos Anjos - 28930-000 – Arraial do Cabo – RJ

13@ieapm.mar.mil.br

Resumo

A invasão de espécies exóticas é hoje uma das maiores ameaças para a integridade dos ecossistemas marinhos. O aumento do tráfego marítimo combinado com o uso de grandes navios tem feito da água de lastro o mecanismo mais eficiente de dispersão de organismos marinhos. Este estudo tem como objetivo mapear os acessos aos tanques de lastro dos navios mercantes, definindo a adequabilidade e a eficiência dos equipamentos para a elaboração de um kit básico para a amostragem dos organismos transportados na água de lastro.

Abstract

The invasion of exotic species is today one of the largest threats for the integrity of the marine ecosystems. The increase of the marine traffic together with the use of great ships has turned the ballast water the most efficient mechanism of dispersion of marine organisms. This study has as objective to describe the accesses to the ballast tanks of merchant ships, defining the suitability and the efficiency of the equipments to the elaboration of a sampling basic kit of the organisms transported in ballast water.

Introdução

A introdução de espécies de um habitat em outro, seja acidental ou

intencionalmente, constitui risco econômico, ecológico e sanitário. Livres de predadores, parasitas e competidores, na presença de alimento suficiente e ambiente favorável, estes organismos atingem números alarmantes e tornam-se agentes de alteração e degradação. Por causarem a perda da diversidade biológica, eles podem ser considerados “poluentes biológicos”. Uma vez estabelecidos, raramente serão eliminados (Carlton, 1985).

Espécies exóticas podem ser transportadas através das incrustações nos cascos dos navios e também via água de lastro. Navios sempre tiveram o potencial de transferir organismos incrustados nos seus cascos. Em contraste, o risco de organismos serem transferidos por água de lastro é comparativamente recente. Contudo, o uso de tintas biocidas anti-incrustantes vem reduzindo consideravelmente o número de organismos. O problema reside, então, na contínua transferência de organismos pela água de lastro dos navios.

Normalmente, os navios lastram ou deslastram antes de partirem de um porto para outro com o objetivo de compensar a perda ou a adição do peso da carga. Mas eles também podem ajustar o lastro em trânsito. Durante as viagens, combustível e água potável são consumidos, sugerindo a adição da água de lastro ao longo do caminho para ajustar o equilíbrio perdido (National Research Council, 1996).

A água bombeada para dentro dos navios normalmente é extraída de um estuário ou das águas próximas ao porto. Estas águas costeiras contêm populações de organismos muito mais densas e diversas do que aquelas encontradas em mar aberto. Quando o navio chega ao porto de destino, a água de lastro e toda a biota acompanhante são liberadas. Se as condições ambientais forem favoráveis, as espécies introduzidas podem sobreviver, reproduzir e, posteriormente, alterar o ecossistema aquático inteiro (Walton, 1998).

Internacionalmente, se estima que cerca de 10 bilhões de toneladas de água sejam transferidas anualmente através dos navios e com ela cerca de 3.000 espécies devem estar sendo transportadas diariamente (Carlton & Geller, 1993).

A quantidade de lastro movimentada na costa brasileira foi estimada pela Organização Marítima Internacional (IMO) em algo acima de 40 milhões de toneladas por ano, pois cerca de 95% de todo o comércio exterior brasileiro são transportados por via marítima.

O potencial de danos da transferência de organismos aquáticos e patogênicos por água de lastro foi reconhecido não somente pela IMO, mas também pela Organização Mundial de Saúde (OMS), tendo em vista os seus efeitos na disseminação de organismos patogênicos que possam provocar enfermidades.

O aparecimento de muitas espécies exóticas coincide com o crescimento do tráfego marítimo; estando diretamente relacionado com a distribuição de recursos no mundo, população, localização das indústrias, características dos mercados, taxas de crescimento econômico e fatores políticos e militares (Couper, 1983). No período compreendido entre as I e II Guerras Mundiais, houve um enorme avanço tecnológico e os navios aumentaram consideravelmente a capacidade de transporte e tornaram-se mais rápidos, diminuindo o tempo da viagem. Isto resultou no aumento da quantidade de lastro e das chances de sobrevivência dos organismos que

estariam sendo transportados.

Esse transporte de organismos, via água de lastro, tem causado danos aos ecossistemas marinhos e às espécies aquáticas e diversos prejuízos para a saúde humana, para a biodiversidade, para as atividades de pesca, aquacultura e de turismo, resultando na globalização do problema.

Algumas espécies de dinoflagelados são extremamente tóxicas (*Gymnodinium catenatum*, *Alexandrium minutum*) e quando ingeridas por moluscos ou peixes passam a integrar a dieta alimentar humana, podendo ser fatais. Como parte do seu ciclo de vida, esses organismos têm a capacidade de formar cistos quando as condições ambientais são desfavoráveis para o seu desenvolvimento, o que os torna altamente resistentes às viagens nos sedimentos dos tanques de lastro dos navios (McMinn,1997).

Em 1990, envenenamentos por PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) foram documentados na África do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Índia, Tailândia, Brunei, Sabah, Filipinas e Papua (Hallegraeff,1997). Além disso, quando os dinoflagelados se proliferam em demasia ocorrem as florações, que causam alterações na qualidade e na cor das águas costeiras, influenciando o comércio e o turismo. É a maré vermelha.

Historicamente, a água de lastro tem sido considerada o principal mecanismo de transporte de espécies não indígenas para a costa americana. Dois exemplos marcantes desse processo são a transmissão do vibrião da cólera, transferido da Ásia para a América Latina e a proliferação de uma espécie europeia de bivalve nos Grandes Lagos, o mexilhão zebra, que produziu incrustações em estruturas metálicas e em tubulações de instalações marítimas. São gastos bilhões de dólares para a remoção destas incrustações.

A água e o sedimento descarregados dos tanques de lastro podem conter, ainda, vírus e bactérias que poderiam causar um impacto na flora e fauna marinha local, além de colocarem em risco a saúde humana. Como exemplo, podemos citar uma epidemia de cólera causada pelo *Vibrio cholerae* 01 ocorrida no Peru em janeiro de 1991 e rapidamente disseminada por outros países da América Latina (McCarthy,1992). Mais de 300.000 casos com cerca de 3.000 mortes foram registrados (DePaola,1992).

Espécies asiáticas e europeias de ostras (*Crassostrea gigas*), mariscos (*Musculista senhousia*), estrelas-do-mar (*Asterias amurensis*), caranguejos (*Carcinus maenas*), algas marinhas (*Undaria pinnatifida*) e muitas outras têm sido acidentalmente introduzidas por navios na Nova Zelândia. Hallegraeff (1992) afirma que uma série de organismos marinhos, incluindo algas, hidromedusas, poliquetas, copépodes, moluscos e peixes foram disseminados pelo mundo através da água de lastro dos navios.

Cerca de 53 espécies da macro fauna e flora foram introduzidas em águas britânicas (Inglaterra, Escócia e País de Gales), 24 organismos exóticos na Irlanda, mais de 100 em águas alemãs (Mar do Norte e Báltico) e aproximadamente 70 espécies não indígenas na costa da Suécia (Gollasch, 1997).

No Brasil, foi registrada a ocorrência de uma espécie de siri originário do

Indo-Pacífico e Mediterrâneo. O *Charybdis hellerii* foi encontrado pela primeira vez na Ilha das Fontes, em Salvador - BA (Carqueija, 1996), mas já foi coletado no Rio de Janeiro e São Paulo. Esta espécie compete vorazmente por comida com as espécies que já existem aqui e, como não tem predador, reproduz-se a uma velocidade espantosa. Outras introduções de espécies de decápodes já foram relatadas na costa brasileira, todas próximas a áreas que apresentam grande fluxo de navios. *Pyromaia tuberculata*, originária da Califórnia, já estabelecia no Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Outra espécie encontrada próxima a Peruíbe, litoral de São Paulo, é *Scylla serrata* (Tavares & Mendonça, 1996).

O primeiro registro de *Limnoperna fortunei* para a América do Sul foi no Rio da Prata em 1991 (Pastorino *et al.* 1993). Poucos anos depois, a espécie foi encontrada em Colônia, Uruguai. Sua distribuição já atinge o Rio Paraná nas proximidades da cidade de Posadas, Argentina (Darrigran, 1997). Podendo, futuramente, se tornar uma ameaça às tubulações da Usina Hidrelétrica de Itaipú. Em 1999, registra-se a ocorrência desta espécie pela primeira vez na Bacia do Rio Guaíba, RS-Brasil, somando-se à outra espécie de bivalve de água doce de origem asiática *Corbicula fluminea*, cuja presença foi constatada no Guaíba na década de 70 (Mansur *et al.*, 1999).

O movimento de indivíduos de uma espécie entre os portos pode, ainda, influenciar a estrutura genética e o destino da população, pois os indivíduos podem ser geneticamente diferentes da população de mesma espécie já estabelecida naquele lugar, o que acarretaria perturbações adaptativas (Carlton, 1985).

Parece provável que o transporte da água de lastro tende a aumentar com o crescimento do tráfego marítimo, com a velocidade cada vez maior dos navios e com o deslastro mais freqüente. Talvez seja este o maior mecanismo de dispersão de organismos marinhos operando no mundo hoje. Portanto, uma regulamentação internacional se mostra necessária para evitar a degradação do meio ambiente marinho.

A Organização Marítima Internacional (IMO), Agência Especializada das Nações Unidas (ONU), regulamenta o transporte e as atividades marítimas com relação à segurança, à preservação do meio ambiente e às matérias legais relacionadas. As principais convenções da IMO são a SOLAS (Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar) e a MARPOL (Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios). Os principais comitês dessa Organização, que discutem e regulamentam as matérias de segurança e de prevenção à poluição, são o MSC (Comitê de Segurança Marítima) e o MEPC (Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho) respectivamente. A IMO tem como lema “navegação e mares limpos”.

O Brasil faz parte da IMO desde 1963 e a partir de 1973 passou a integrar o Conselho, onde permanece com assento até hoje. Devido à estatura geo-política-econômica, por sua liderança regional e pela importância do comércio marítimo para o país, a presença brasileira na IMO faz-se crescente.

A Assembléia da IMO em 1997, adotou por meio da Resolução A.868(20), as Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios. Os

objetivos dessas Diretrizes, elaboradas sob uma orientação técnica e científica, é auxiliar os governos e as autoridades relacionadas com o assunto, os Comandantes de navios, os operadores e armadores e as autoridades portuárias, bem como outras entidades interessadas a minimizar os riscos da introdução de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos, provenientes da água utilizada como lastro pelos navios e dos sedimentos nela contidos e, ao mesmo tempo, proteger a segurança dos navios.

Países como Austrália, Estados Unidos e a Alemanha sofreram invasões alarmantes ao longo do Século XX e desenvolveram técnicas de gestão ambiental do problema, gastando centenas de milhões de dólares em limpezas, com metodologias de avaliação de risco, limpeza de incrustação, desenvolvimento de banco de dados etc.

Com o propósito de demonstrar como seis países em desenvolvimento, gerenciando recursos limitados, poderiam se proteger de maneira eficaz das conseqüências negativas dos problemas causados pela água de lastro e, posteriormente, disseminar essa experiência em suas regiões geográficas, a Organização Marítima Internacional (IMO), o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Fundo Mundial para o Meio Ambiental (GEF) uniram-se e desenvolveram um projeto mundial, intitulado “Remoção de Barreiras para a Implementação Efetiva do Controle da Água de Lastro e Medidas de Gestão em Países em Desenvolvimento”, com duração de três anos (Projeto IMO/PNUD/GEF, 1999). Atualmente, este projeto é conhecido como Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro (Globallast).

Em vista do interesse manifestado no assunto e das ações em desenvolvimento nesses países, foram convidados a participar da sua execução, por meio de estudos de caso em portos específicos escolhidos, o Brasil, a China, a Índia, o Irã, a África do Sul e a Ucrânia.

No Brasil, foi escolhido o porto de Sepetiba em decorrência da sensibilidade ambiental da região e a proximidade do Rio de Janeiro, o que facilitaria o apoio técnico e logístico para o desenvolvimento do projeto.

O Projeto de Sepetiba tem por objetivos monitorar as características físicas, químicas, biológicas e sanitárias das águas de lastro e sedimentos, bem como avaliar os efeitos do conteúdo dessas águas e sedimentos sobre o ecossistema local. Com seus resultados, este projeto contribuirá para a elaboração de um Plano Nacional de Controle e Gerenciamento da Transferência Indesejável de Organismos Aquáticos e Patogênicos por água de Lastro de Navios.

Desta forma, o Brasil iniciará sua participação em um empreendimento conjunto internacional que resultará na melhoria da qualidade do meio ambiente marinho em todos os oceanos e no estabelecimento de padrões e regulamentações nacionais, visando a implementar medidas de controle.

O objetivo deste trabalho é conhecer os tanques de lastro dos diversos tipos de navios, seus acessos, as técnicas e os equipamentos necessários para a amostragem dos organismos transportados pela água de lastro.

Metodologia

Este estudo foi dividido em duas etapas: uma primeira etapa com o intuito de mapear os acessos aos tanques de lastro e definir os equipamentos e a metodologia a serem utilizados para a amostragem dos organismos transportados via água de lastro, e uma segunda etapa, na qual foi testada a adequabilidade e a eficiência dos equipamentos em retratar a abundância e a riqueza de táxons transportados pela água nos tanques de lastro.

A primeira etapa foi realizada durante o período de 26 de fevereiro a 31 de maio de 1999, quando todos os navios mercantes que aportaram no Porto do Forno em Arraial do Cabo – RJ foram visitados.

Para facilitar as visitas aos navios, as instituições ligadas às atividades portuárias foram contatadas: Agência da Capitania dos Portos do Rio de Janeiro em Cabo Frio, Companhia Municipal de Administração Portuária (COMAP) e a agência Vitória Serviços Marítimos Ltda. de Arraial do Cabo.

Os navios visitados eram graneleiros oriundos de Areia Branca – RN e chegavam ao Porto do Forno com os tanques de lastro vazios, pois estavam carregados de sal. À medida que o sal vai sendo descarregado, os tanques vão sendo lastrados com a água da Enseada dos Anjos e, geralmente, esses navios voltam para Areia Branca, onde ocorre o deslastro. Apesar dos navios chegarem ao Porto do Forno sem água de lastro, foi solicitado aos Comandantes dos navios o preenchimento do formulário para informações relativas à água utilizada como lastro sugerido pela Resolução A.868 (20) da IMO.

Após o preenchimento do formulário, iniciava-se a observação dos tanques de lastro, verificando-se a disposição, os tipos e os acessos, definindo-se os equipamentos e a metodologia a serem utilizados em uma amostragem de organismos na água e no sedimento.

Os equipamentos para a amostragem da água de lastro deveriam ser compatíveis com os acessos ao tanque e de fácil transporte, de forma que fosse mínima a participação da tripulação e não houvesse quebra na rotina do navio.

Uma bomba Dancor auto-aspirante, ½ CV, 110-220V, ¾ de polegadas foi instalada em uma base de madeira com alças para facilitar o transporte até o convés. Por meio de uma extensão com 10 m de comprimento seria feita a ligação da bomba à corrente elétrica do navio. Uma mangueira de ¾ de polegadas com 20 m de comprimento e outra de 3 m ficariam conectadas à bomba.

Quatro peneiras foram confeccionadas, utilizando-se 4 tubos de PVC de 150 mm de diâmetro por 20 cm de altura, argolas de PVC de diâmetro um pouco menor e com ½ cm de altura e 4 diferentes malhas de rede: 100µm, 75µm, 50µm e 20µm.

A bordo do navio FROTARGENTINA, no dia 11 de dezembro de 1999, foi realizada a amostragem dos organismos que seriam transportados pela água de lastro no tanque lateral superior n.º 7 bombordo.

Através do agulheiro de acesso ao tanque, foram feitos 3 arrastos verticais de 2,5 m, utilizando-se uma rede de plâncton com malha 75µm, 25cm de diâmetro e 80 cm de comprimento. Durante 3 minutos, aproximadamente cem litros de água foram bombeados e passados por cada peneira, em três réplicas, obtendo-se um total de 12

amostras.

Três amostras de 1 litro foram coletadas com bomba sem rede para análise quali-quantitativa do fitoplâncton e fixadas com formol a 4%. No laboratório, após a homogeneização, as amostras foram colocadas em cubetas de sedimentação de 50ml e analisadas em microscópio invertido da marca Zeiss com aumento de 400 X, através do método de Utermöhl.

Foram utilizadas análises de variância (ANOVA monofatorial) para se identificar possíveis diferenças na eficiência dos diversos tipos de equipamentos na amostragem dos organismos.

Resultados e Discussão:

Os navios graneleiros visitados no Porto do Forno têm a capacidade de transportar de 4000 a 12000 m³ de água nos seus tanques de lastro. Esses navios apresentam a mesma configuração e, em todos eles, quatro diferentes tipos de tanques puderam ser observados (Fig. 1).

Há três tipos de acessos aos tanques de lastro: agulheiros, elipses e tubos de sondagem, distribuídos de maneiras distintas, conforme o tipo de tanque:

Pique tanque de proa (fore peak tank) - Este tanque ocupa toda a proa, com acesso por elipses e tubo de sondagem. A amostragem da água pode ser feita com bomba auto-aspirante, bomba-sapo e redes de plâncton. O sedimento também pode ser amostrado com pegador.

Tanques laterais superiores (wing tanks) - São tanques laterais na altura do convés. Os acessos para amostragem são os tubos de sondagem, as elipses e os agulheiros, sendo estes mais fáceis de abrir do que as elipses, pois possuem menos parafusos. Não se deposita sedimento no fundo destes tanques, os quais são inclinados com abertura no fundo e o esgotamento é feito por gravidade. Podem ser amostrados utilizando-se bomba auto-aspirante, bomba-sapo, peneiras e redes de plâncton.

Tanque do duplo fundo (double bottom tank) - Existem elipses no fundo dos porões de sal que dão acesso a este tanque, mas se estiverem completamente cheios, não poderão ser abertos, pois a água transbordaria. O acesso mais adequado para a amostragem neste tanque é através dos tubos de sondagem, pois utilizando-se uma bomba auto-aspirante e mangueira de 20 m de ¾ polegadas é possível coletar a água.

Pique tanque de ré (after peak tank) - Este tanque ocupa toda a popa e tem por objetivo graduar a suspensão da proa, fazendo com que o navio aumente a sua velocidade.

Os tanques de lastro têm capacidade de transportar milhares de toneladas de água. Este número varia com o tamanho e o tipo do navio. Na tabela 1 constam os dados referentes à capacidade de lastro do navio graneleiro FROTARGENTINA.

Geralmente, as paredes internas dos tanques são recobertas com tintas anti-corrosivas e as paredes externas são o casco do navio, podendo estar abaixo ou acima da linha d'água. O teto dos tanques pode servir como um piso interno ou como o acesso principal do navio. Estes tanques são isolados entre si, podendo ser

enchidos ou esvaziados, separadamente.

A bomba auto-aspirante é o equipamento que permite a amostragem em todos os tipos de tanques através dos diferentes acessos. É possível a utilização de rede de plâncton e pegador de sedimentos para a amostragem através das elipses e dos agulheiros.

Uma amostragem através das elipses é inconveniente, pois estas possuem muitos parafusos e levaria muito tempo para serem abertas e fechadas, aumentando a permanência da equipe no navio, além de necessitar da assistência da tripulação (Hay, 1997). Nos tanques de duplo fundo, as elipses estão localizadas na base dos porões, sendo portanto de difícil acesso. Kelly (1993) citou que as coletas de sedimento nestes tanques só puderam ser feitas pela tripulação, obedecendo às normas de segurança. Além disso, observando-se a conformação destes tanques, é possível que o nível da água esteja mais alto do que as elipses, o que impossibilitaria a abertura. Gollasch *et al.*(1995) relataram que a amostragem ideal com uma rede de plâncton deveria ser feita através das elipses, mas que só foi possível em apenas seis dos 136 tanques inspecionados.

Os tubos de sondagem são os melhores acessos aos tanques do duplo fundo. Utilizando-se mangueiras e bomba auto-aspirante, é possível coletar a água. Uma vantagem deste acesso é que as tampas são pequenas e podem ser removidas manualmente. Uma vez aberto o tubo, o nível da água deve ser verificado para saber se a bomba terá capacidade de aspirá-la. Hay (1997) considerou esta uma desvantagem, pois nem sempre a água está num nível tal que possibilite uma amostragem através deste acesso.

Devido a sua conformação, os tanques laterais superiores não acumulam sedimento. Estes tanques são os de mais fácil amostragem, pois possuem três tipos de acesso: elipses, agulheiros e tubos de sondagem. Os agulheiros permitem o lançamento da rede de plâncton e também a amostragem com a utilização da bomba.

Os tanques de proa e de ré podem ser amostrados através de elipses sem tampas e tubos de sondagem.

O ambiente físico-químico em um tanque de lastro pode ser caracterizado da seguinte forma: não existe luz, a salinidade e o pH não variam durante o transporte, mantendo as características de origem.

O oxigênio pode variar consideravelmente, dependendo da concentração inicial, do tamanho do tanque, do estado de conservação das paredes, da quantidade de organismos presentes e da quantidade de ar que permanece no tanque acima da superfície da água após o lastro.

A disponibilidade de alimento em um tanque de lastro pode ser considerada como um recurso fixo ou em declínio. Uma exceção pode ser a contínua produção bacteriana, a qual pode sustentar populações, por exemplo, de copépodes haparticóides, por vários meses (Carlton,1985).

Na tabela 2, observa-se o número médio de organismos transportados no tanque lateral n.º 7 que foram amostrados utilizando-se os equipamentos bomba e peneiras de malhas 100, 75, 50, e 20µm e rede de plâncton de malha 75µm.

Para melhor visualização gráfica, os organismos foram assim agrupados:

Diatomáceas, dinoflagelados (Protopteridinium e Ceratium), Tintinídeos, Larvas de Moluscos (Gastrópodes, Mexilhões, Ostras e outros bivalves), Larvas de Crustáceos (Decápodes e Cirripédios), Copépodes, Náuplios e outros (Turbelários, Sagitta, Cladóceros, Foraminíferos e Poliquetas).

Dentre os organismos que ficaram retidos nas peneiras com diferentes malhas, houve uma predominância de Náuplios (49-70%). A segunda categoria mais representativa foi a de Copépodes (16-30%), seguida de Dinoflagelados (3-14%), Diatomáceas (3-11%), Tintinídeos (1-10%). Os demais grupos taxonômicos apresentaram baixa densidade (Fig. 2).

Ao compararmos a densidade dos organismos que foram retidos nas peneiras de malhas 100, 75, 50 e 20 μ m, podemos observar que a quantidade de organismos é inversamente proporcional ao tamanho das malhas, quanto menor a malha maior a capacidade de retenção.

O equipamento bomba/peneira mostra-se mais eficiente do que a rede. Isto se deve ao fato de não haver perda de material com a peneira, pois toda a água bombeada é filtrada. Devido à sua conformação, a rede promove um transbordamento ao ser içada, causando perda de material e conseqüentemente uma baixa eficiência na amostragem.

Quando comparamos todos os equipamentos utilizados em nosso experimento, podemos notar que a rede de plâncton é o equipamento de menor eficiência em amostrar os organismos que seriam transportados através da água de lastro, até mesmo quando comparada à peneira com malha de 100 μ m.

Estudos realizados em Helgoland e Kiel (EU Concerted Action, 1999) mostraram que o desenho da rede está diretamente relacionado com a sua eficiência, apontando as redes cônicas como as melhores em termos de número de espécimens e de táxons coletados. As malhas de redes podem variar de acordo com os organismos-alvo, sejam eles do fito ou do zooplâncton. Ressaltaram também a possibilidade da rede ficar enlaçada nas estruturas internas dos tanques de lastro, o que não ocorreria com uma amostragem feita utilizando-se peneiras, pois somente a mangueira entraria no tanque.

Foram utilizadas análises de variância (ANOVA monofatorial) para verificar se as diferenças eram significativas (Zar, 1996). As peneiras com malhas de 75, 50 e 20 μ m não são significativamente diferentes entre si, mas apresentam diferenças quando comparadas com a rede com malha de 75 μ m e a peneira com malha de 100 μ m (Fig. 3). A análise de variância não identificou diferenças significativas entre estes dois últimos equipamentos de amostragem (Tabela 3).

Quanto ao fitoplâncton, as amostras apresentaram uma predominância da diatomácea *Thalassionema nitzchioides* (73%) seguida do dinoflagelado *Gyrodinium sp.* (5%). Os demais grupos apresentaram baixa densidade (2-3%). Na tabela 4, observa-se a densidade dos organismos (células/litro).

Walton (1998), analisando qualitativamente a água de lastro originária dos portos do Japão, Espanha, República Dominicana e Bélgica que era descarregada no porto da cidade de Morehead, Carolina do Norte – EUA, observou que havia um

predomínio de protistas e microalgas.

A diversidade de fitoplâncton é relativamente alta nos tanques que tenham sido lastrados recentemente. Entretanto, a sua diversidade e abundância declinam mais rápido do que a do zooplâncton, devido à escuridão do tanque de lastro. A taxa de declínio é mais alta para os dinoflagelados do que para as diatomáceas (Gollasch *et al.*, 1995). A relativa resistência das diatomáceas pode ser explicada por ser este o mais numeroso grupo do fitoplâncton. Além disso, os dinoflagelados têm a capacidade de formar cistos e permanecerem assim até encontrarem um ambiente favorável para sua eclosão (Hallegraeff *et al.* 1997; Baldwin, 1992; Hallegraeff & Bolch, 1992).

Com relação às baixas frequências de alguns grupos do zooplâncton, é importante considerar a variação sazonal, a distribuição geográfica e a duração da viagem. Certamente, algumas larvas e invertebrados adultos desenvolvem mecanismos de sobrevivência em um tanque de lastro, tornando-se mais abundantes (Carlton, 1985).

As variações nos resultados dos métodos de amostragem demonstram a urgente necessidade de se padronizar a metodologia e equipamentos, para que os resultados possam ser facilmente comparados, de forma a estabelecer uma política de controle do lastro a ser adotada por todos os países do mundo.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, os navios graneleiros, em geral, apresentam a mesma configuração e em todos eles, quatro diferentes tipos de tanques podem ser observados: pique tanque de proa, tanques do duplo fundo, tanques laterais superiores e pique tanque de ré. Os acessos aos tanques são as elipses, os agulheiros e os tubos de sondagem.

As elipses não foram consideradas como os melhores acessos aos tanques de lastro pois possuem muitos parafusos e, nos tanques do duplo fundo estão situadas em locais de difícil acesso. A amostragem através dos agulheiros só pode ser feita nos tanques laterais superiores, pois estes não estão presentes nos outros tipos de tanque. Os tubos de sondagem, por oferecerem a oportunidade de amostragem em todos os tipos de tanque, serem facilmente abertos e não requererem ajuda da tripulação, mostram-se o acesso mais indicado.

Os equipamentos utilizados para amostrar a água dos tanques de lastro foram a bomba, as peneiras e a rede de plâncton.

A vantagem em se utilizar a bomba auto-aspirante é o seu fácil manuseio, possibilidade de amostragem através de todos os tipos e acessos aos tanques e a alta capacidade de coleta, sendo capaz de bombear 100 litros de água a cada 3 minutos.

As peneiras com malha de 75, 50 e 20 μm foram as mais eficientes na amostragem dos organismos e não apresentaram diferenças significativas entre elas. Apesar da sua eficiência, a peneira com malha 20 μm leva muito tempo para filtrar a água que está sendo bombeada, podendo entupir se houver abundância de organismos. A peneira com malha 100 μm apresentou baixa eficiência, comparável com a da rede de plâncton com malha de 75 μm .

As redes de plâncton só podem ser utilizadas através dos agulheiros e elipses, sendo o tamanho, o modelo e a malha da rede fatores que contribuem para a

variação na eficiência da amostragem.

Considerando a eficiência, a possibilidade de amostragem em todos os tanques de lastro através dos diferentes acessos, o fácil manuseio e o baixo custo, o equipamento bomba auto-aspirante e peneiras é o mais recomendável para amostragem dos organismos transportados pela água de lastro dos navios graneleiros.

Referências Bibliográficas

- BALDWIN, R.P. (1992). Cargo vessel ballast water as a vector for the spread of toxic phytoplankton species to New Zealand. **J. R. Soc. N. Z.** 22: 229-242
- CARLTON, J.T. (1985). Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. **Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.** 23:313-371.
- CARQUEIJA, C.R.G. & GOUVÊA, E.P. (1996). A ocorrência, na costa brasileira, de um Portunidae (crustacea, decapoda), originário do indo-pacífico e mediterrâneo. **Nauplius**, 4:105-112.
- COUPER, A. (1983). Editor, **The Times Atlas of the Oceans**. Van Nostrand Reinhold co., New York, 272pp.
- DARRIGRAN, G. (1997). El bivalvio invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857): un problema para la toma de agua dulce de las plantas potabilizadoras e industrias del Mercosur. In: Encontro Brasileiro de Malacologia, 15, 21-25.07.97, Florianópolis, SC. Resumos, São Leopoldo: SBMa, 115p. p.22.
- DE PAOLA, A. (1992). Isolation of Latin American epidemic strain of *Vibrio cholerae* O1 from US Gulf Coast. **The Lancet**, Vol. 339 : 624.
- EU CONCERTED ACTION BALLAST WATER (1999). "Testing Monitoring Systems for Risk Assessment of harmful Introductions by Ships to European Waters". 2nd Intercalibration Workshop of ship sampling techniques. 85pp.
- GOLLASCH, S.; DAMMER, M.; LENZ, J.; ANDRES, H.G. (1995). Non-indigenous organisms introduced via ships into German waters. ICES Annual Science Conference (83rd Statutory Meeting) CM 1995/O/13. 21pp.
- GOLLASCH, S. (1997). Removal barriers to the effective implementation of ballast water control. GEF/IMO/UNDP
- HALLEGRAEFF, G.M. & BOLCH C.J. (1992). Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships' ballast water: implications for plankton biogeography and aquaculture. **Journal of Plankton Research**, Vol.14 nº.8 pp.1067-1084.
- HALLEGRAEFF, G.M.; VALENTINE, J.P.; MARSHALL, J. & BOLCH, C.J. (1997). Temperature tolerances of toxic dinoflagellate cysts: application to the treatment of ships' ballast water. **Aquatic Ecology**, 31: 47-52.
- HAY, C. H. (1997). Dispersal of the Asian kelp *Undaria* from Australasia. Abstract W5.4, p 246. In: Abstracts: Islands in the Pacific Century. 8th Pacific science Inter-Congress 13-19 July 1997, The University of the south Pacific, Suva, Fiji, 253pp.
- KELLY, J. M. (1993). Ballast water and sediments as mechanisms for unwanted species introductions into Washington State. **Journal of Shellfish Research** 12: 405-410.

MANSUR, M.C.; RICHINITTI, L.M. & SANTOS, C.P. (1999). *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), Molusco bivalve invasor, na Bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **BIOCIÊNCIAS**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 147-150.

MCCARTHY, S.A. (1992). Toxigenic *Vibrio cholerae* 01 and cargo ships entering Gulf of Mexico. **The Lancet**, Vol 339: 624-625.

MCMINN, A.; HALLEGRAEFF, G.M.; THOMSON, P.; JENKINSON, A.V. & HEIJNIS, H. (1997). Cyst and radionucleotide evidence for the recent introduction of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* into Tasmanian waters. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** Vol .161: 165-172.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, COMMITTEE ON SHIPS' BALLAST WATER OPERATIONS, MARINE BOARD, COMMISSION ON ENGINEERING AND TECHNICAL SYSTEMS (1996). **Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water**. Washington DC: National Academy Press.

OSTENFELD, C.J. (1908). On the immigration of *Biddulphia sinensis* Grev and its occurrence in the North Sea during 1903-1907. **Medd. Komm. Havunders.**, Ser. Plankton, 1, 44pp.

PASTORINO, G.; DARRIGRAN, G.; MARTIN, S. & LUNASCHI, L. (1993) *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del rio de La Plata. **Neotropica**, La Plata, v.39, n. 101/102, p. 34.

PROJETO IMO/PNUD/GEF GLO/99/G31/A/1G/19 (1999). Projeto Piloto de Controle e Gerenciamento da Transferência Indesejável de espécies Exóticas e/ou Organismos Patogênicos por Meio de Água de Lastro de Navios, a ser desenvolvido no Porto de SEPETIBA, RJ, Brasil.

TAVARES, M. & MENDONÇA JR., J.B. (1996). *Charybdis hellerii* (A Milne Edwards, 1867) (Brachyura: Portunidae), eighth nonindigenous marine decapod recorded from Brazil. **Crustacean Research**, n.º 25: 151-157.

WALTERS, S. (1996). Ballast water, hull fouling and exotic marine organism introductions via ships. Environment Protection Authority State Government of Victoria. Publication 494, 144p.

WALTON, H.P. (1998). Synthesizing science and policy to reduce the probability of marine biological invasions due to ballast water discharge in the Port of Morehead City, North Carolina. Dissertação de Mestrado apresentada na Universidade Nicholas School of the Environment of Duke.

ZAR, J. H. (1996). **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall.

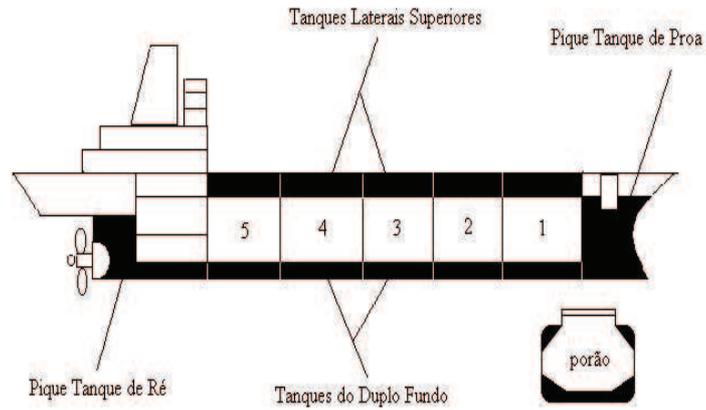


Fig.1. Corte transversal e longitudinal de um navio graneleiro mostrando a disposição dos tanques de lastro e porões 1-5.

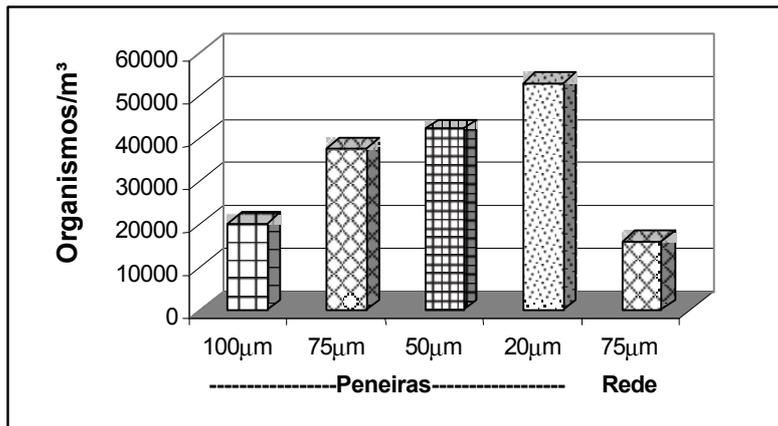


Fig. 2 :Densidade de organismos retidos nas peneiras e na rede de plâncton.

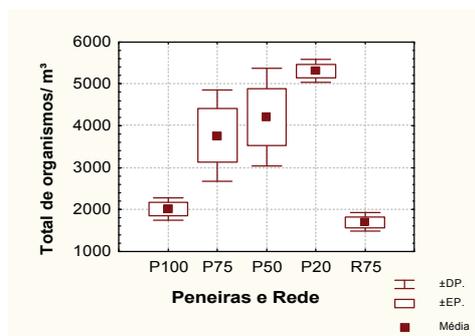


Fig. 3 : Comparação da eficiência dos equipamentos de amostragem (P= peneira, R= rede, DP= desvio padrão, EP= erro padrão).

		TANQUES	TM	m ³	
		Pique tanque de proa	1725	1683	
Duplo fundo	1	central	707	690	
	2	central	1022	998	
	3	bombordo	470	459	
		boreste	470	459	
	4	bombordo	627	612	
		boreste	627	612	
	5	bombordo	425	415	
		boreste	425	415	
	Laterais superiores	1	bombordo	209	204
			boreste	209	204
2		bombordo	369	360	
		boreste	369	360	
3 e 4		bombordo	752	734	
		boreste	752	734	
5 e 6		bombordo	753	734	
		boreste	753	734	
7		bombordo	320	313	
		boreste	320	313	
		Pique tanque de ré	213	208	
		Capacidade total de lastro	11517	11241	

Tabela 1. Capacidade dos tanques de lastro do navio graneleiro FROTARGENTINA(TM= toneladas métricas)

ORGANISMOS	BOMBA/PENEIRA				REDE	TOTAL
	100µm	75µm	50µm	20µm	75µm	
Diatomáceas	2210	2830	3000	2830	462	11332
Dinoflagelados	1670	5180	5610	5050	434	17944
Tintínídeos	110	2160	3160	6960	599	12989
L. de moluscos	40	50	50	90	0	230
L. de crustáceos	300	330	340	190	184	1344
Copépodes	6000	6140	6510	9830	2967	31447
Náuplios	9700	20870	23270	27690	11274	92804
Outros	90	160	170	420	157	997
TOTAL	20120	37720	42110	53060	16077	169087

Tabela 2. Número de organismos/m³ retidos nas peneiras e na rede de plâncton do tanque lateral superior n.º 7 de bombordo.

Fitoplâncton	Células/m ³
<i>T. nitzschioides</i>	1720000
Odontella sp.	40000
<i>Guinardia striata</i>	40000
Penata sp.	80000
<i>Rhizolenia setigera</i>	80000
Navicula sp.	40000
Centrica sp.	40000
<i>Thalassiothrix sp.</i>	80000
<i>Scrippsiella sp.</i>	80000
<i>Gyrodinium sp.</i>	120000
<i>Protopteridinium sp.</i>	40000
Total	2360000

Tabela 3. Densidade de organismos do fitoplâncton amostrados com bomba sem rede.

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
Médias	45,69092	60,89250	66,42606	72,83247	41,20068
Peneira 100µm {1}					
Peneira 75µm {2}	0,0197528				
Peneira 50µm {3}	0,009225667	0,336243629			
Peneira 20µm {4}	0,002820075	0,123269141	0,269346893		
Rede 75µm {5}	0,431559741	0,012484789	0,004618049	0,001430154	

Tabela 4. Análise de variância dos equipamentos testados na amostragem (os números em negrito mostram as diferenças significativas, $p < 0,05$).