

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

INSTITUTO DE BIOLOGIA

Curso de Pós-Graduação em Biologia Marinha

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

Monografia apresentada ao Curso
de Pós-Graduação em Biologia
Marinha da Universidade Federal
Fluminense, como requisito para
obtenção do grau de Especialista
em Biologia Marinha.

Rosa Cristina Corrêa Luz de Souza

Orientador: Flavio da Costa Fernandes

**NITERÓI, RJ
2000**

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUZA, ROSA CRISTINA CORRÊA LUZ

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

Niterói, RJ – Universidade Federal Fluminense – UFF, Instituto de Biologia, 2000.

Monografia: Especialização em Biologia Marinha

1. Água de Lastro ^{628.16} 2. Espécies exóticas
3. Tanques de Lastro 4. Amostragem

I. Universidade Federal Fluminense – Instituto de Biologia

II. Título

Reg. 0483/01

Rosa Cristina Corrêa Luz de Souza

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

Monografia apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Biologia Marinha
da Universidade Federal Fluminense,
como requisito para obtenção do grau
de Especialista em Biologia Marinha.

**APROVADO EM ____ DE SETEMBRO DE 2000, PELA BANCA
EXAMINADORA:**

Flavio da Costa Fernandes
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Edson Pereira da Silva
Universidade Federal Fluminense

Maria Célia Villac
Universidade Federal do Rio de Janeiro

1. Agradecimentos	v
2. Resumo.....	vi
3. Abstract.....	vii
4. Lista de Figuras	viii
5. Lista de Tabelas	x
6. Introdução.....	01
7. Objetivos.....	20
8. Metodologia.....	21
9. Resultados e Discussão.....	26
10. Conclusões.....	43
11. Bibliografia	45

Agradecimentos

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, por ter me dado todo o suporte necessário para que este trabalho pudesse ser realizado.

Ao meu amigo e orientador Flavio da Costa Fernandes, por me ajudar na retomada, pelo seu exemplo de paciência e dedicação e por me fazer acreditar que tudo tem seu tempo.

À amiga Olga Danelon, por estar sempre presente e disposta a ajudar.

Às amigas Wanda e Jurema, pela ajuda na identificação dos organismos do zooplâncton.

À Dra. Cristina Bassani, pela ajuda na identificação dos organismos do fitoplâncton.

À amiga Julieta Salles, pela ajuda constante e pelo exemplo de seguir adiante acreditando num futuro melhor.

Aos amigos Fabio Collichio, Luciano Rapagna, Fabio Conceição e Roberto, pela ajuda na preparação dos equipamentos, na coleta e na triagem.

Ao amigo Carlos Eduardo pela ajuda na análise dos dados.

Ao Comandante Nazário, ao Imediato Bosco e toda a tripulação do navio FROTARGENTINA, por tornar possível a realização deste projeto.

À amiga Monica, pela sua amizade, pelos seus ensinamentos e incentivo.

Aos professores da UFF-BioMar, por me ajudarem a vencer esta etapa.

Aos amigos Inês Carreretti, Rita Marins e Djalma pela confiança no meu trabalho e pelo apoio constante.

À Elza Barcellos, por me hospedar no seu apartamento nos dias de aula.

À Verônica, Luisa e Elmário, por torcerem por mim.

Ao meu marido Chico, pelo seu amor, companheirismo, paciência, pelas palavras de incentivo e coragem e principalmente por acreditar em mim.

À minha mãe, pela vida e pelo seu amor.

A Deus, por tudo que destinou para mim nesta vida.

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 objetivos 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 pela água de lastro. Foram visitados 5 navios graneleiros transportadores de sal e observada a disposição e os acessos aos tanques de lastro. A bordo do navio FROTARGENTINA foi realizada a amostragem dos organismos, utilizando-se bomba auto-aspirante, peneiras com malhas de 100, 75, 50 e 20 μm e uma rede de plâncton de 75 μm . Foram identificados 12 grupos taxonômicos, sendo a Classe Crustacea (náuplios, copépodes, cirripédios e decápodes) a mais abundante, seguida da Classe Bacillariophyceae (diatomáceas) e da Classe Dinophyceae (*Ceratium* e *Protoperidinium*). O equipamento bomba auto-aspirante e peneira mostrou ser mais eficiente do que a rede de plâncton na amostragem dos organismos, além de ser o mais adequado aos acessos aos tanques de lastro.

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 by ballast water. We visited 5 bulk carriers of salt and observed the disposition and the accesses to ballast tanks. On board the ship FROTARGENTINA we sampled the organisms using a "bilge-pump", sieves with meshes of 100, 75, 50 and 20 μm and a net of plankton of 75 μm . We identified 12 taxonomic groups, being the Class Crustacea (nauplius, copepods, cirripedes and decapods) the most abundant, followed by the Class Bacillariophyceae (diatoms) and the Class Dinophyceae (Ceratomyx and Protoperidinium). The pump and sieves proved to be more efficient than the net of plankton in the organisms sampling, besides to be the most suitable to access all the ballast tanks.

Lista de Figuras

Figura 1. Sequência de eventos na dispersão e introdução de invertebrados exóticos via água de lastro.....	5
Figura 2. Dinoflagelados tóxicos observados ao microscópio.....	9
Figura 3. <i>Dreissena polymorpha</i> , mexilhão zebra introduzido nos Grandes Lagos.....	10
Figura 4. <i>Asterias amurensis</i> , espécie com distribuição natural na costa nordeste da China, Coreia e Japão introduzida na Nova Zelândia.....	12
Figura 5. <i>Carcinus maenas</i> , decápode nativo da Europa introduzido na Austrália.....	12
Figura 6. <i>Undaria pinnatifida</i> espécie nativa do Japão e Coreia que já começou a se estabelecer na França, Austrália e Nova Zelândia.....	13
Figura 7. <i>Sabella spallanzanii</i> , poliqueta originária da costa da Itália introduzida na Austrália.....	13
Figura 8. <i>Charybdis hellerii</i> , espécie originária do Indo-Pacífico e Mediterrâneo introduzida no Brasil.....	14
Figura 9. <i>Limnoperna fortunei</i> , bivalve invasor de origem asiática coletado no Rio Guaíba, RS-Brasil.....	15
Figura 10. <i>Corbicula fluminea</i> , espécie asiática invasora do Rio Guaíba, RS-Brasil.....	16
Figura 11. Formulário sugerido pela IMO para informações relativas à água utilizada como lastro nos navios.....	23
Figura 12. Equipamentos utilizados na amostragem dos organismos transportados pela água nos tanques de lastro dos navios mercantes.....	24
Figura 13. Navio graneleiro FROTARGENTINA.....	24
Figura 14. Corte transversal e longitudinal de um navio graneleiro mostrando a disposição dos tanques de lastro.....	26
Figura 15. Tanques laterais superiores do navio graneleiro FROTARGENTINA.....	29
Figura 16. Elipses dos tanques laterais superiores.....	33

Figura 17. Amostragem através do agulheiro do tanque lateral superior bombordo.....	33
Figura 18. Amostragem através do tubo de sondagem.....	33
Figura 19. Proporção dos organismos retidos na peneira com malha de 100µm.....	35
Figura 20. Proporção de organismos retidos na peneira com malha de 75µm.....	35
Figura 21. Proporção de organismos retidos na peneira com malha de 50 µm.....	35
Figura 22. Proporção de organismos retidos na peneira com malha de 20 µm.....	36
Figura 23. Proporção dos organismos retidos na rede de plâncton com malha de 75µm.....	36
Figura 24. Densidade dos organismos retidos nas peneiras com malhas de 100, 75, 50 e 20µm.....	38
Figura 25. Densidade dos organismos retidos na peneira e na rede com malha de 75µm.....	38
Figura 26. Densidade dos organismos retidos nas peneiras e na rede de plâncton com malha de 75 µm.....	38
Figura 27. Comparação da eficiência dos equipamentos de amostragem.....	39
Figura 28. Proporção de organismos do fitoplâncton amostrados com bomba sem rede.....	40

Tabela I. Capacidade dos tanques de lastro do navio graneleiro FROTARGENTINA.....	28
Tabela II. Navios examinados.....	30
Tabela III. Acessos para a amostragem da água nos tanques de lastro dos navios examinados.....	30
Tabela IV. Equipamentos que podem ser utilizados para a amostragem da água de lastro por tipo de tanque.....	30
Tabela V. Densidade de organismos/m ³ retidos nas peneiras e na rede de plâncton do tanque de lastro lateral superior n.º 7 de bombordo.....	34
Tabela VI. Análise de variância dos equipamentos testados na amostragem.....	39
Tabela VII. Densidade de organismos do fitoplâncton amostrados com bomba sem rede.....	40

Os interesses marítimos do Brasil são históricos e amplos. O mar foi nossa via de descobrimento, de colonização, de invasões, de consolidação da independência, de comércio e de agressões, além de arena de defesa da soberania em diversos episódios, inclusive em duas guerras mundiais, neste século.

Não há país que disponha de litoral e não identifique interesses no mar. Estes, resultantes dos anseios, necessidades, possibilidades e cultura de um povo, materializam-se no que se convencionou chamar de política marítima do país. Seus objetivos, de ordem política, econômica e militar dependem, para serem alcançados, da adequada obtenção e do emprego de meios apropriados, isto é, dependem de uma estratégia marítima, que prepare e empregue convenientemente o poder marítimo. De conceito extremamente abrangente, esse poder é constituído de tudo aquilo que, de alguma forma, se relaciona com a navegação, o transporte aquaviário, a pesca, a extração do petróleo do subsolo marinho, o esporte náutico, as indústrias afins, a população que o integra, a política governamental que o rege e, acima de tudo, a vocação marítima do povo (Marinha do Brasil, 2000).

A globalização da economia intensifica o intercâmbio das matérias primas e dos produtos manufaturados entre os países. Essa eliminação de

fronteiras nos traz benefícios econômicos e também consequências ambientais desastrosas.

Nos ecossistemas marinhos, a distribuição de muitas espécies, hoje cosmopolitas, tem sido interpretada como resultado de processos naturais, embora a reorganização de uma grande quantidade de organismos se deva às atividades humanas, especialmente a deslocamentos associados com embarcações e com produtos pesqueiros comercializados.

Respondendo hoje por cerca de 80% do comércio mundial, o transporte marítimo internacional vem contribuindo para a eliminação ou redução das barreiras naturais que sempre separaram e mantiveram ao longo do tempo a integridade dos ecossistemas, aumentando a homogeneização da flora e fauna em todo o mundo.

A introdução de espécies de um habitat em outro, seja acidental ou intencionalmente, constitui risco econômico e ambiental. 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.

Espécies exóticas podem ser transportadas através das incrustações nos cascos dos navios e também via água de lastro. Os 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.

Lastro é definido como qualquer sólido ou líquido colocado em um navio para aumentar seu calado, regular a estabilidade ou manter os níveis aceitáveis de estresse na estrutura, enquanto navegam vazios em busca de carga para transportar. Os termos “lastro” e “água de lastro” incluem os sedimentos acumulados nos tanques, que freqüentemente são descarregados junto com a água de lastro e que contêm grande quantidade de organismos. A água do mar começou a ser utilizada como lastro a partir de 1870. Antigamente, materiais sólidos como areia, pedras, correntes, madeiras etc. eram colocados nos porões dos navios para servirem de lastro (Carlton, 1985).

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 (NRC, 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). A provável sequência de eventos da dispersão dos organismos marinhos através da água de lastro dos navios pode ser observada na figura 1.

De uma área doadora, adjacente ao navio, com a sua comunidade planctônica/nectônica (estágio I), é captada a água que por bombeamento ou gravidade enche os tanques de lastro (estágio II). Algumas espécies conseguem sobreviver à viagem (estágio III) e chegam na área receptora, onde ocorre o deslastre (estágio IV). No novo ambiente, em condições favoráveis (estágio V) e livres de predadores, as espécies começam a se reproduzir (estágio VI) iniciando o estabelecimento e a dispersão (estágio VII).

Segundo Walton (1998), nem todas as espécies sobrevivem no ambiente no qual foram introduzidas. A teoria sugere que 10% das espécies introduzidas se estabelecem e 10% daquelas estabelecidas podem causar algum dano ao equilíbrio do ecossistema. Mas, é claro que existem exceções associadas a esta proposição.

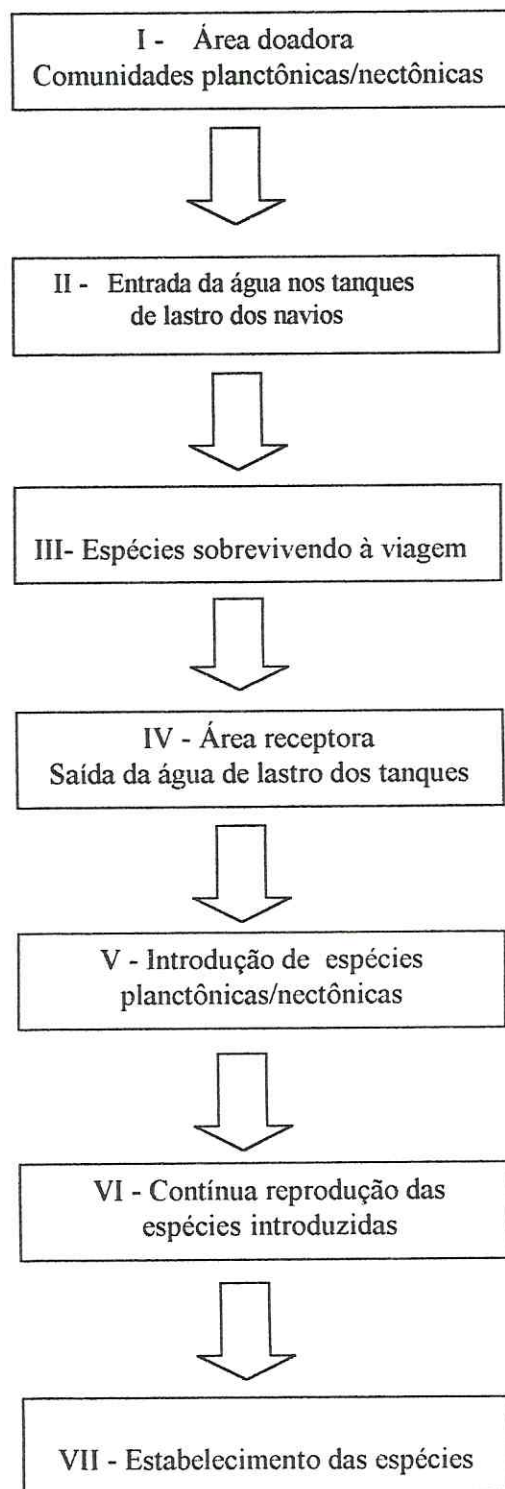


Figura 1. Seqüência de eventos na dispersão e introdução de invertebrados exóticos via água de lastro.

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.

Desde o início deste século, a água de lastro dos navios vem sendo reportada como o principal mecanismo de introdução de espécies exóticas no ambiente marinho. Ostenfeld (1908) registrou a ocorrência de uma espécie asiática de alga fitoplanctônica *Odontella sinensis* no Mar do Norte. Até 1950 a performance da água de lastro como um agente de dispersão atraiu pouca atenção. Entretanto, a partir de então, a água de lastro entrou para a literatura como o mais regular mecanismo de dispersão e nas últimas duas décadas a percepção deste problema ambiental vem se intensificando (Carlton, 1985).

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, aquicultura e de turismo, resultando na globalização do problema.

Muitas vezes, os efeitos da introdução de organismos são difíceis de serem observados. Espécies que são muito visíveis ou que afetam outras espécies comerciais, seja por predação ou por provocarem algum impacto no ambiente, atraem maior atenção. Inicialmente, estes organismos podem não causar grandes alterações, mas com o passar do tempo, profundas transformações podem ocorrer.

Subba Rao *et al.* (1994) publicaram um estudo de espécies exóticas de fitoplâncton. Analisando a água de lastro de 86 navios estrangeiros que visitaram os Grandes Lagos, Canadá, no período de 1990 a 1991, encontrou 102 espécies de 7 grupos taxonômicos, 69 espécies de diatomáceas e 30 espécies de dinoflagelados. Muitas das espécies encontradas, apresentavam-se em grande número e produziam toxinas; um risco iminente para a maricultura local.

Algumas espécies de dinoflagelados (fig.2) são extremamente tóxicas (Ex.: *Gymnodinium catenatum* e *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 *et al.*, 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 *et al.*, 1997). Além disso, quando os dinoflagelados se proliferam em demasia ocorrem os “blooms”, que causam alterações na qualidade e na cor das águas costeiras, influenciando o comércio e o turismo. É a maré vermelha.

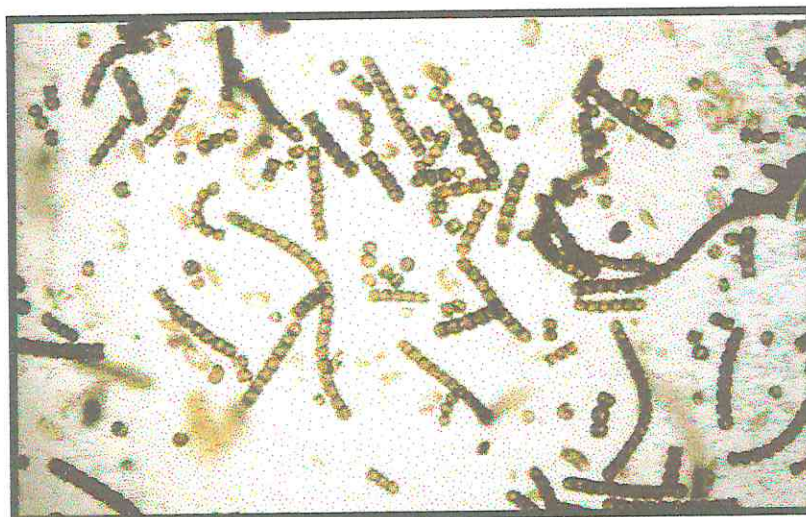


Figura 2. Dinoflagelados tóxicos observados ao microscópio (Walters, 1996).

O zooplâncton pode ser tanto diverso quanto denso na água de lastro. Nele se incluem os organismos que passam a maior parte do seu ciclo de vida na água, como muitos tipos de protozoários, rotíferos, copépodes, misidáceos, quetognatos, peixes e também aqueles animais que passam apenas uma parte das suas vidas na coluna d'água, em particular as larvas de muitos invertebrados bênticos, incluindo anêmonas-do-mar, hidróides, moluscos, crustáceos, poliquetas, equinodermos, tunicados e larvas de peixe (NRC, 1996).

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 européia de bivalve nos Grandes Lagos, o mexilhão zebra, que produziu incrustações em estruturas metálicas e em tubulações de instalações

marítimas (Fig. 3). São gastos bilhões de dólares para a remoção destas incrustações.



Figura 3. *Dreissena polymorpha*, mexilhão zebra introduzido nos Grandes Lagos.

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* ocorrida no Peru em janeiro de 1991 e rapidamente disseminada pelos outros países da América Latina (McCarthy, 1992). Mais de 300.000 casos com cerca de 3.000 mortes foram registrados (DePaola, 1992).

Carlton e Geller (1993) revelaram que cerca de 367 diferentes espécies amostradas em 159 navios chegaram ao porto de Coos Bay, Oregon, EUA, vindas do Japão, havendo um predomínio de crustáceos, moluscos e poliquetas.

Espécies asiáticas e européias de ostra (*Crassostrea gigas*), marisco (*Musculista senhousia*), estrela-do-mar (*Asterias amurensis*)(Fig.4), caranguejo *Carcinus maenas*(Fig. 5), alga marinha (*Undaria pinnatifida*)(Fig. 6), poliqueta (*Sabella spallanzanii*)(Fig. 7) e muitas outras têm sido acidentalmente introduzidas por navios na Nova Zelândia (Walters, 1996). Hallegraeff *et al.* (1992) afirmaram que uma série de organismos marinhos, incluindo algas, hidromedusas, 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 na Irlanda, mais de 100 em águas alemãs (Mar do Norte e Báltico) e, aproximadamente, 70 espécies na costa da Suécia (Gollash, 1997).

Uma introdução acidental da alga *Caulerpa taxifolia* no Mar Mediterrâneo e sua expansão através de embarcações regionais tem sido objeto de pesquisa para a União Européia. Esta alga foi introduzida nesta região em 1980 e quatro anos depois já cobria uma superfície de 1 m². Em 1990 cerca de 3.000 ha e hoje recobre milhares de hectares ao longo da costa da França, Espanha, Itália e Croácia. *C. taxifolia* substituiu as algas nativas e limitou o habitat das larvas de peixes e invertebrados, ameaçando as populações existentes.



Figura 4. *Asterias amurensis*, espécie com distribuição natural na costa nordeste da China, Coréia e Japão introduzida na Nova Zelândia (Walters, 1996).

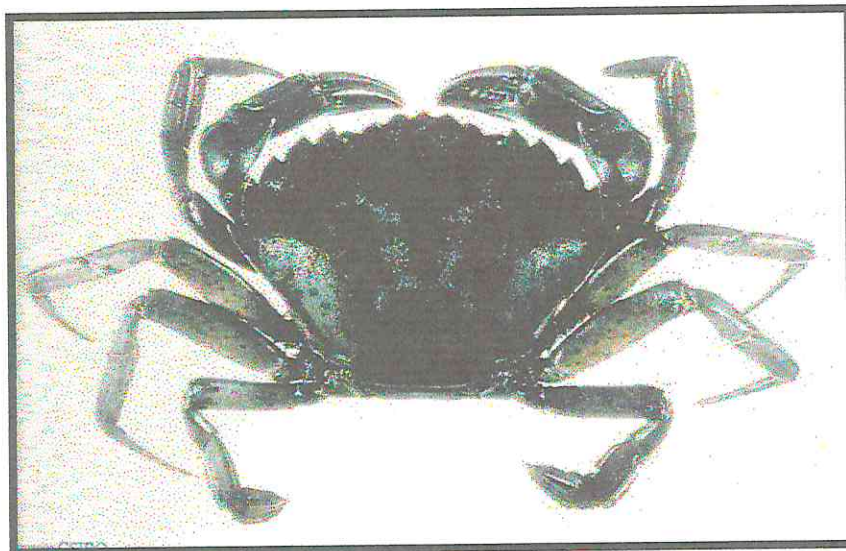


Figura 5. *Carcinus maenas*, decápode nativo da Europa introduzido na Austrália (Walters, 1996).

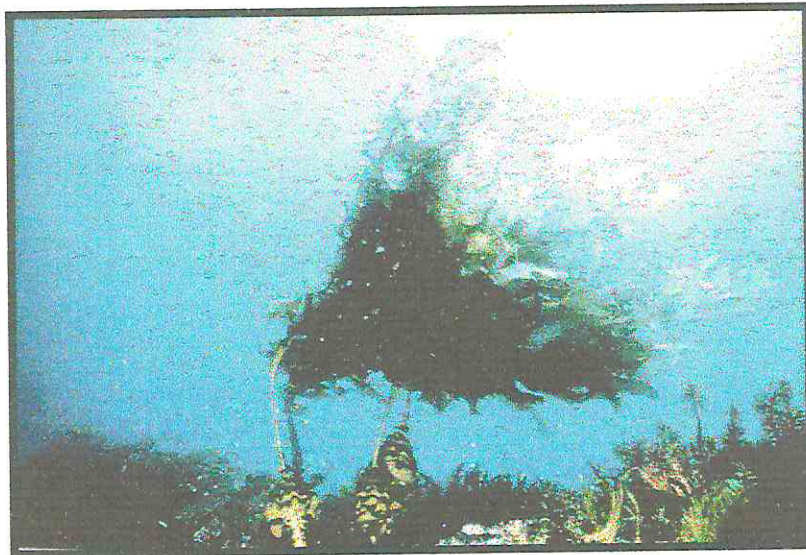


Figura 6. *Undaria pinnatifida* espécie nativa do Japão e Coreia que já começou a se estabelecer na França, Austrália e Nova Zelândia (Walters,1996).

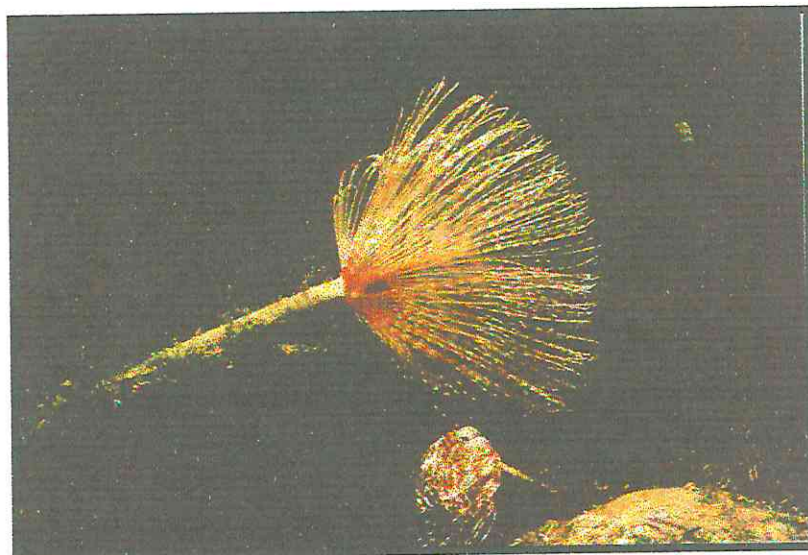


Figura 7. *Sabella spallanzanii*, poliqueta originária da costa da Itália introduzida na Austrália (Walters,1996).

No Brasil, foi registrada a ocorrência de uma espécie de caranguejo originário do Indo-Pacífico e Mediterrâneo. O *Charybdis hellerii* foi encontrado pela primeira vez na Ilha das Fontes, em Salvador - BA (Carqueija *et al.*, 1996), mas já foi coletado no Rio de Janeiro e São Paulo (Fig. 8). 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 está estabelecida no Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Outra espécie encontrada próxima a Peruíbe, litoral de São Paulo, é *Scylla serrata* (Tavares & Mendonça, 1996).

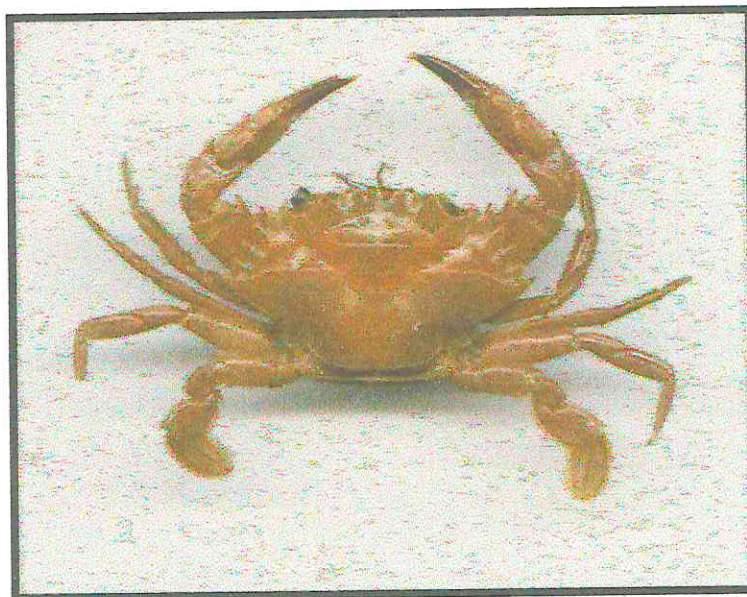


Figura 8. *Charybdis hellerii*, espécie originária do Indo-Pacífico e Mediterrâneo introduzida no Brasil.

O primeiro registro de *Limnoperna fortunei* (Fig.9) 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 (Darrigan, 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 a outra espécie de bivalve de água doce de origem asiática *Corbicula fluminea* (Fig.10), cuja presença foi constatada no Guaíba na década de 70 (Mansur *et al.*, 1999) .



Figura 9. *Limnoperna fortunei*, bivalve invasor de origem asiática coletado no Rio Guaíba, RS-Brasil em maio de 2000 (Foto: Mansur).



Figura 10. *Corbicula fluminea*, espécie invasora do Rio Guaíba, RS-Brasil de origem asiática

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.

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), regula 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. O objetivo 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 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 consequências 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, Brasil, China, Índia, Irã, África do Sul e Ucrânia foram convidados a participar da execução do Globallast, por meio de estudos de caso em portos específicos escolhidos.

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. Sepetiba é um porto exportador, com grande tendência de crescimento no volume de cargas.

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.

Para o desenvolvimento de tal projeto, faz-se necessário o conhecimento prévio dos 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.

2. Objetivos

1. Mapear os acessos aos diversos tipos de tanques de lastro dos navios graneleiros, definindo a adequabilidade dos equipamentos utilizados para a amostragem dos organismos na água.
2. Estabelecer a metodologia mais eficiente para amostragem dos organismos, retratando a abundância e a riqueza de táxons transportados pela água nos tanques de lastro.
3. Elaborar um rápido, prático e eficiente kit para amostragem da água de lastro, com mínima assistência da tripulação e que cause pouca ou nenhuma quebra da rotina do navio.

3. 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.

Durante o período de 26 de fevereiro a 31 de maio de 1999 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 (Fig 11).

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, $\frac{1}{2}$ CV, 110-220V, $\frac{3}{4}$ 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 $\frac{3}{4}$ 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 $\frac{1}{2}$ cm de altura e 4 diferentes malhas de rede: 100 μ m, 75 μ m, 50 μ m e 20 μ m (Fig. 12).

(A SER FORNECIDO PELA AUTORIDADE DO ESTADO DO PORTO QUANDO SOLICITADO)

2. ÁGUA UTILIZADA COMO LASTRO

Especificar as Unidades: m³, TM, L, ST
Total de Água de Lastro a Bordo:
Capacidade Total de Água de Lastro

N.º TOTAL DE TANQUES A BORDO	N.º DE TANQUES EM LASTRO	SE NENHUM EM LASTRO, PASSE PARA N.º 5	SIM	NÃO
------------------------------	--------------------------	---------------------------------------	-----	-----

[illegible][illegible]

[Handwritten signature]

3(20)? SIM ____ NÃO ____

Figura 11. Formulário sugerido pela Resolução A.868 (20) da IMO para informações relativas à água utilizada como lastro nos navios.

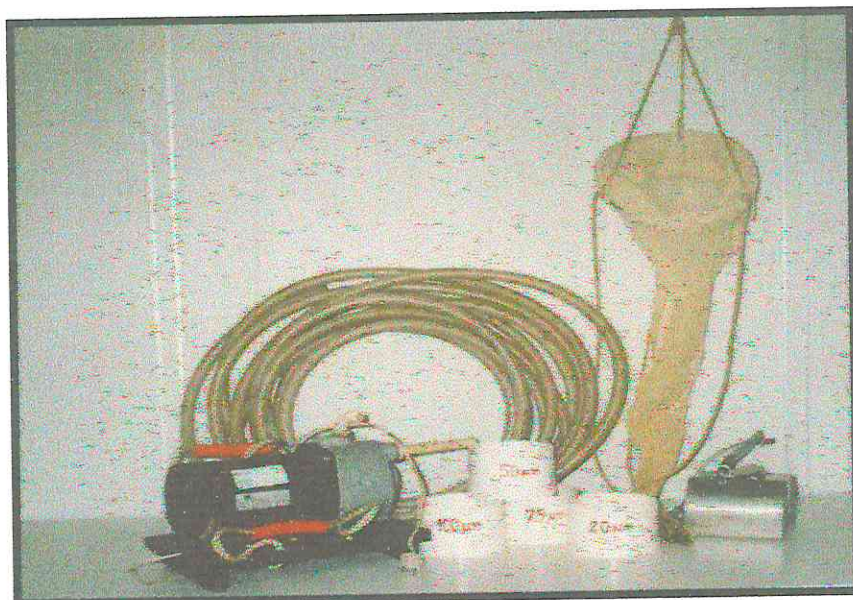


Figura 12. Equipamentos utilizados na a amostragem dos organismos transportados pela água nos tanques de lastro dos navios mercantes.

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 (Figura 13).



Figura 13. Navio graneleiro FROTARGENTINA.

Através do agulheiro de acesso ao tanque, foram feitos 3 arrastos verticais, utilizando-se uma rede de plâncton com malha de 75 μ m, 25 cm 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. Todas as amostras obtidas no tanque foram fixadas com formol a 4% e analisadas em laboratório com microscópio estereoscópico da marca Leitz com magnificação de 25 X.

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 homogeneização, as amostras foram colocadas em cubetas de sedimentação de 50ml e analisadas em microscópio invertido da marca Leiss com magnificação 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 .

4. 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. A figura 14 apresenta um esquema de um navio graneleiro com a disposição dos diferentes tipos de tanques de lastro.

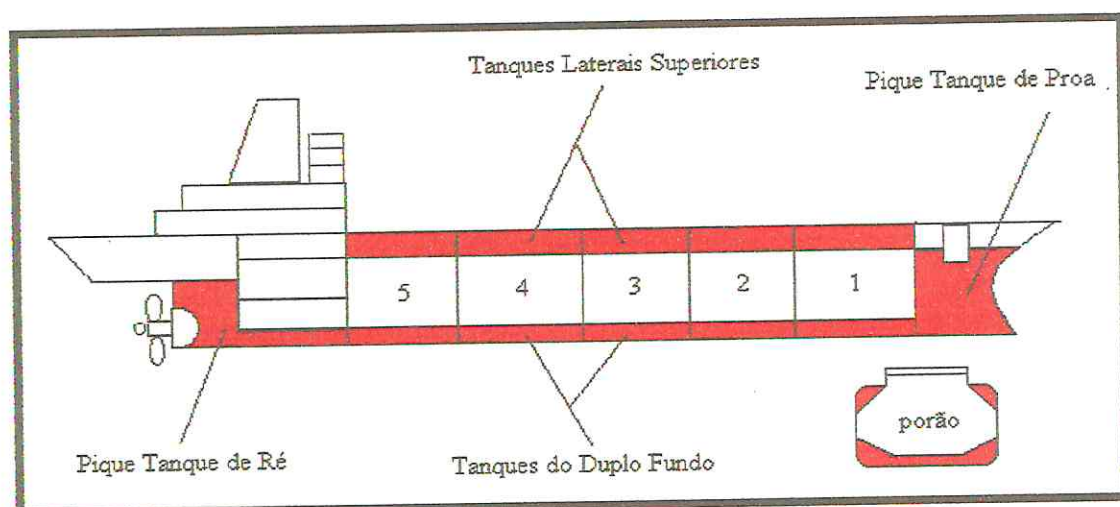


Figura 14. Corte transversal e longitudinal de um navio graneleiro mostrando a disposição dos tanques de lastro e porões 1-5.

- **Pique tanque de proa (fore peak tank)** - Este tanque ocupa toda a proa, tendo acesso por elipses sem tampas 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 agulheiros, os tubos de sondagem e as elipses. 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 por bomba auto-aspirante, bomba-sapo e redes de plâncton através dos tubos de sondagem e dos agulheiros, sendo estes mais fáceis de abrir do que as elipses, pois possuem menos parafusos.
- **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 $\frac{3}{4}$ 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 I constam os dados referentes à capacidade de lastro do navio graneleiro FROTARGENTINA.

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

TANQUES			TM	m³
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

Nota-se que os tanques que transportam o maior volume de água são o pique tanque de proa (1683 m³) e o duplo fundo central n.º 2 (998 m³). Os tanques laterais superiores 1 (bombordo e boreste) são os menores, transportando 209 m³, os de n.º 3/4 e 5/6 são fundidos, por isso têm a sua capacidade aumentada. O pique tanque de ré pode transportar até 213 m³ de água. A capacidade total de lastro deste navio é de 11.241 m³.

Geralmente as paredes internas dos tanques são recobertas com tintas anti-corrosivas e as paredes externas são geralmente o casco do navio, podendo estar abaixo ou acima da linha d'água. O teto dos tanques podem

servir como um piso interno ou como o acesso principal do navio. Estes tanques são isolados entre si, podendo ser enchidos ou esvaziados, separadamente. Na figura 15 podem ser vistos os tanques de lastro laterais superiores de bombordo e os porões centrais.



Figura 15. Tanques laterais superiores (bombordo) do navio graneleiro FROTARGENTINA.

Nas tabelas II, III e IV, constam os dados referentes às características dos navios visitados, os acessos aos tanques e os equipamentos utilizados para amostrar os organismos existentes na água de lastro. Nota-se que 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

Tabela II – Navios examinados

NAVIO	PAÍS	DATA	TIPO DE NAVIO	CAPACIDADE TOTAL DE LASTRO (m³)	ORIGEM	DESTINO
FROTARGENTINA	Brasil	26/02/99 – 07/04/99 03/05/99 – 24/05/99	Graneleiro	11.241	Areia Branca – RN	Arraial do Cabo
NORSUL IMBITUBA	Panamá	24/03/99	Graneleiro	4.920	Areia Branca – RN	Arraial do Cabo
STAR SIRANGER	Singapura	14/04/99	Graneleiro	9.535	Areia Branca – RN	Arraial do Cabo
FROTAMERICA	Brasil	07/05/99	Graneleiro	11.241	Areia Branca – RN	Arraial do Cabo
NORSUL SOBRAL	Brasil	14/05/99	Graneleiro	6.367	Areia Branca – RN	Arraial do Cabo

Tabela III – Acessos para amostragem da água nos tanques de lastro dos navios examinados

NAVIO	TANQUE LATERAL	PIQUE TANQUE DE PROA	PIQUE TANQUE DE RÉ	TANQUE DE DUPLO FUNDO
FROTARGENTINA	Tubo de sondagem. agulheiro e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse
NORSUL IMBITUBA	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse
STAR SIRANGER	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse
FROTAMERICA	Tubo de sondagem. agulheiro e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse
NORSUL SOBRAL	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse	Tubo de sondagem e elipse

Tabela IV – Equipamentos que podem ser utilizados para amostragem da água de lastro por tipo de tanque

TANQUES	ACESSOS	BOMBA/PENEIRAS	REDE DE PLÂNCTON	PEGADOR
Lateral superior	Tubos de sondagem	X	-	-
	Agulheiro	X	X	X
	Elipse	X	X	X
Pique tanque de proa	Tubo de sondagem	X	-	-
	Elipse	X	X	X
	Tubo de sondagem	X	-	-
Duplo fundo	Elipse	X	X	X
	Tubo de sondagem	X	-	-
	Elipse	X	X	X
Pique tanque de ré	Tubo de sondagem	X	-	-
	Elipse	X	X	X
	Elipse	X	-	-

plâncton e pegador de sedimentos para a amostragem através das elipses (Fig.16) e dos agulheiros (Fig.17).

Uma amostragem através das elipses é inconveniente, tediosa e complicada, 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 *et al.*, 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. Gollash *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 (Fig.18) 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 *et al.* (1997) consideraram 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 de fácil acesso e tubos de sondagem.

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 salinidade, o pH e o sedimento não variam durante o transporte, mantendo as características de origem.

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 V 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.

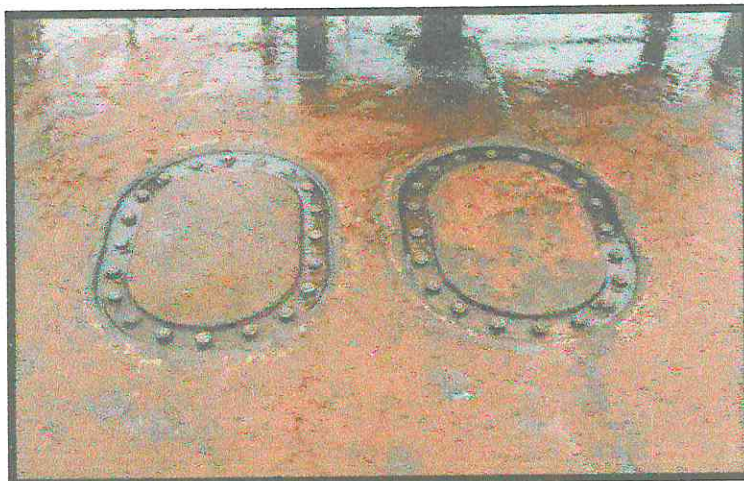


Figura 16. Elipses dos tanques laterais superiores.



Figura 17. Amostragem através do agulheiro do tanque lateral superior de bombordo.

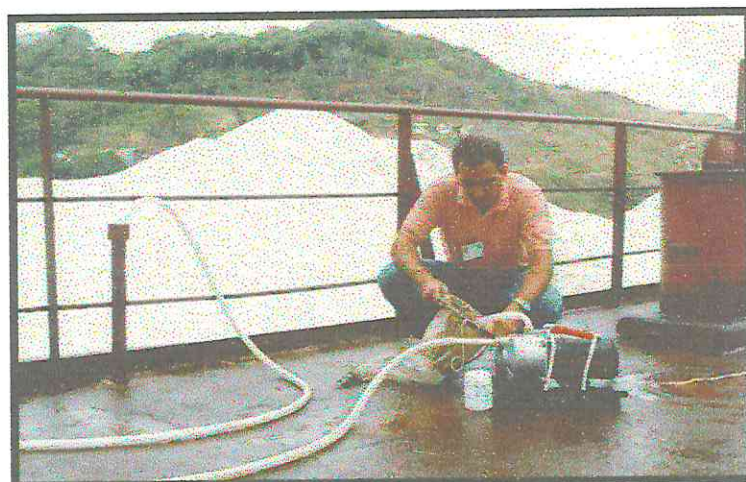


Figura 18. Amostragem através do tubo de sondagem.

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).

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

ORGANISMOS	BOMBA/PENEIRA				REDE	TOTAL
	100µm	75µm	50µm	20µm	75µm	
Diatomáceas	2210	2830	3000	2830	462	11332
Dinoflagelados	1670	5180	5610	5050	434	17944
Tintinídeos	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

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 (Figuras 19 a 22). A figura 23 mostra os organismos que foram retidos na rede de plâncton com malha de 75 µm.

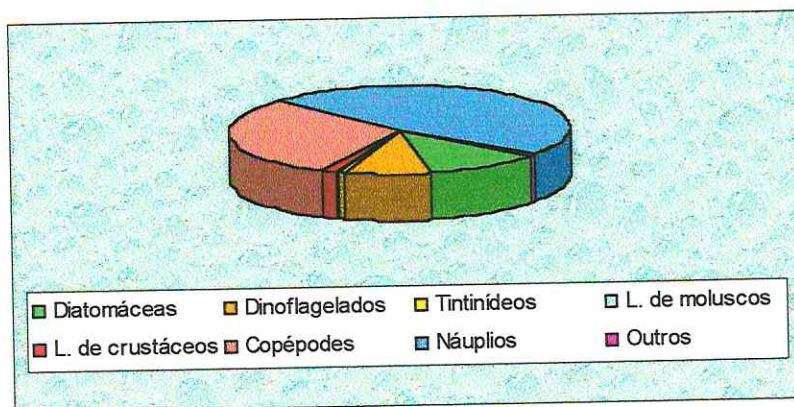


Figura 19. Proporção dos organismos retidos na peneira com malha de 100 µm.

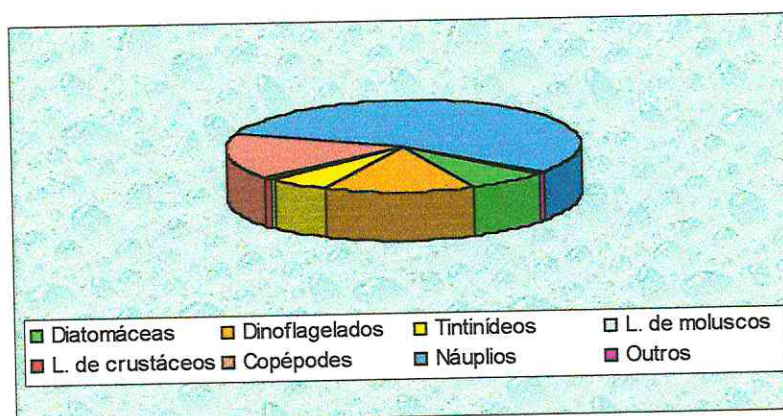


Figura 20. Proporção de organismos retidos na peneira com malha de 75 µm.

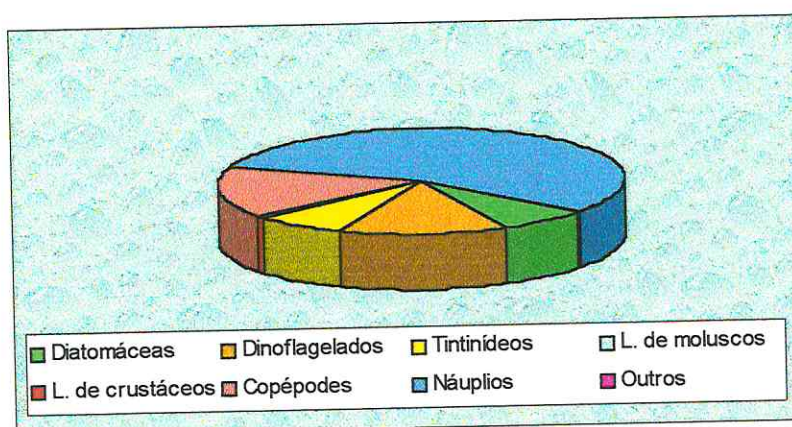


Figura 21. Proporção de organismos retidos na peneira com malha de 50 µm.

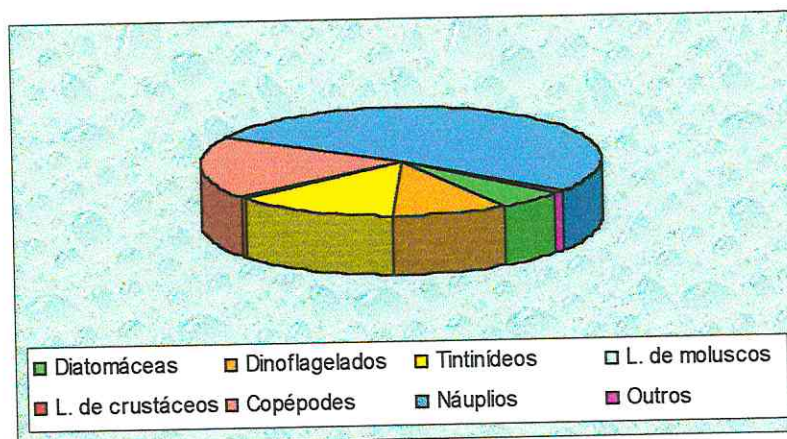


Figura 22. Proporção de organismos retidos na peneira com malha de 20 µm.

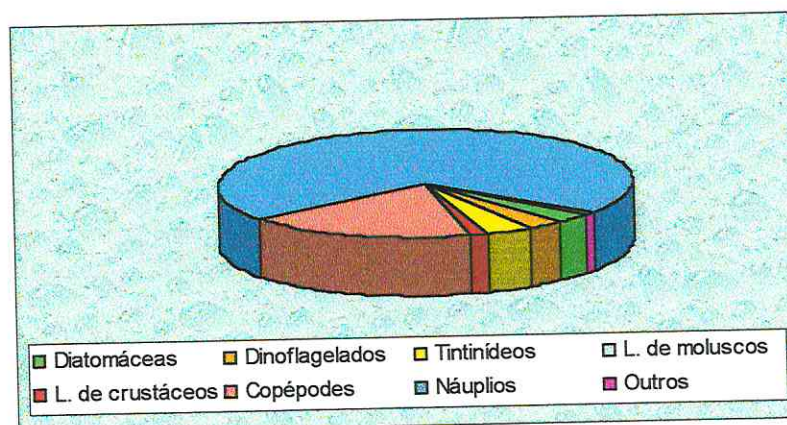


Figura 23. Proporção dos organismos retidos na rede de plâncton com malha de 75 µm.

A eficiência do equipamento bomba/peneiras em amostrar os organismos está representada na figura 24. Este gráfico compara a densidade dos organismos que foram retidos nas peneiras de malhas 100, 75, 50 e 20µm. Observa-se que a quantidade de organismos é inversamente proporcional ao tamanho das malhas, quanto menor a malha maior a capacidade de retenção.

A densidade de organismos retidos nas peneiras e na rede de plâncton com malha de 75 μ m pode ser comparada na figura 25. 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.

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 espécies e de táxons coletados. As malhas de redes podem variar de acordo com os organismos-alvos, 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.

Ao compararmos 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 (Figura 26).

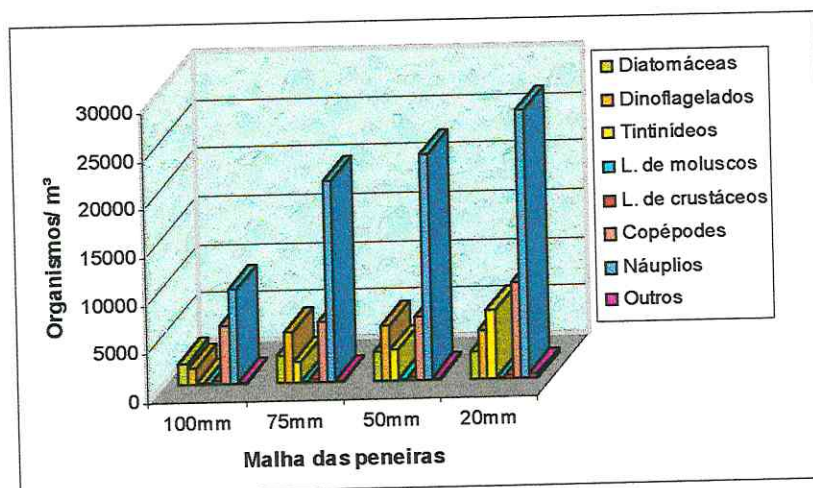


Figura 24. Densidade dos organismos retidos nas peneiras com malhas de 100, 75, 50 e 20 μm .

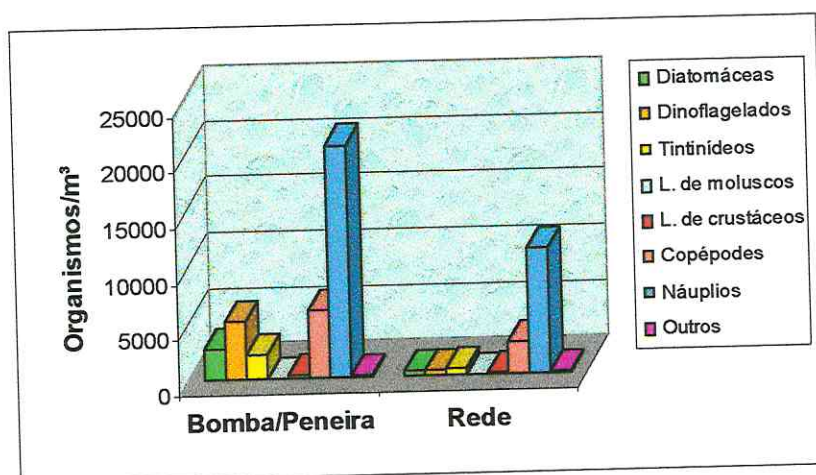


Figura 25. Densidade dos organismos retidos na peneira e na rede com malha de 75 μm .

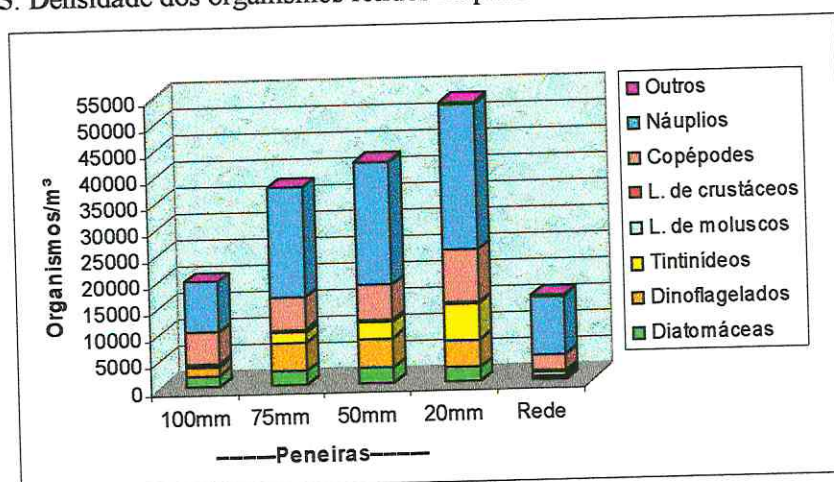


Figura 26. Densidade dos organismos retidos nas peneiras e na rede de plâncton com malha de 75 μm .

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 μm não são significantemente diferentes entre si, mas apresentam diferenças quando comparadas com a rede com malha de 75 μm e a peneira com malha de 100 μm (Figura 27). A análise de variância não identificou diferenças significativas entre estes dois últimos equipamentos de amostragem (Tabela VI).

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

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

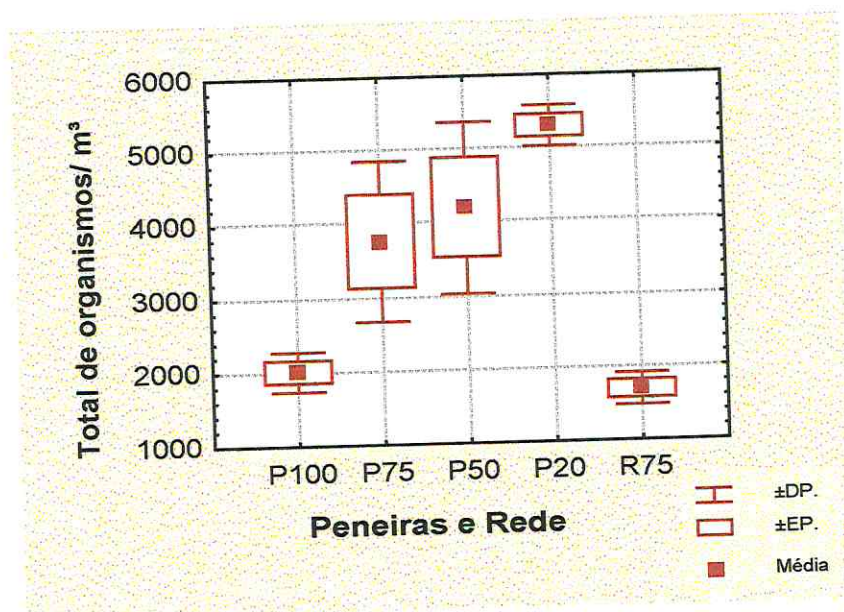


Figura 27. Comparação da eficiência dos equipamentos de amostragem (P= peneira, R= rede, DP= desvio padrão, EP= erro padrão).

Para a análise dos organismos do fitoplâncton, foi feita uma amostragem com bomba sem rede e utilizou-se o método de Utermöhl. Analisadas em microscópio, estas amostras apresentaram uma predominância da diatomácea *Thalassionema nitzschioides* (73%) seguida do dinoflagelado *Gyrodinium sp.* (5%). Os demais grupos apresentaram baixa densidade (2-3%). Na tabela VII observa-se a densidade dos organismos (células/litro) e na figura 28 a proporção dos organismos do fitoplâncton desta coleta.

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

Fitoplâncton	Células/litro
<i>T. nitzschioides</i>	1720
<i>Odontella sp.</i>	40
<i>Guinardia atriata sp.</i>	40
Penata	80
<i>Rhysolenia setigera</i>	80
<i>Navicula sp.</i>	40
Centrica	40
<i>Thalassiotrix sp.</i>	80
<i>Scrippsiella sp.</i>	80
<i>Gyrodinium sp.</i>	120
<i>Protoperidinium sp.</i>	40
Total	2360

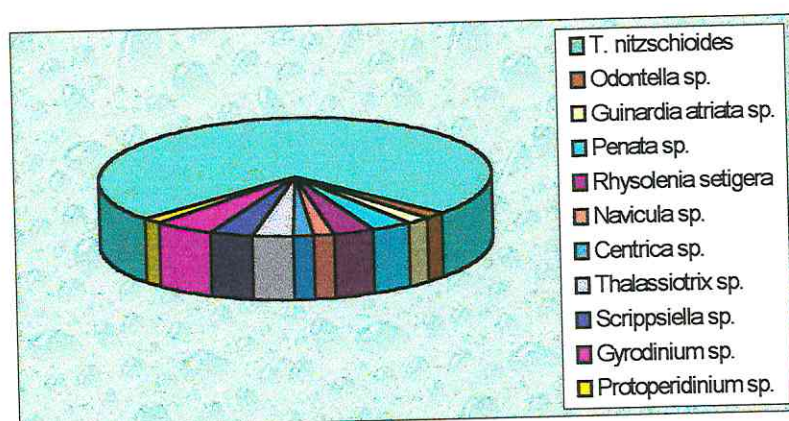


Figura 28. Proporção de organismos do fitoplâncton amostrados com bomba sem rede.

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 (amebas, ciliados, cianobactérias, flagelados, foraminíferos e fungos) e microalgas (diatomáceas, clorófitas, dinoflagelados, euglenófitas, feófitas, rodófitas e silicoflagelados).

A diversidade de fitoplâncton é relativamente alta nos tanques que tenham sido lastrados recentemente. Esta probabilidade reflete no fato que a sua diversidade e abundância declina mais rápido do que o zooplâncton dentro da 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 resistentes e conseqüentemente 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.

Por possuírem muitos parafusos e nos tanques do duplo fundo estarem situadas em locais de difícil acesso, as elipses não foram consideradas como os melhores acessos aos tanques de lastro. 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, mostra-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.

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

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 de 20 μm leva muito tempo para filtrar a água que está sendo bombeada, podendo entupir se houver abundância de organismos. A peneira com malha de 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 a amostragem dos organismos transportados pela água de lastro dos navios.

- 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. & Geller, J.B. (1993).** Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. Science 261: 78-82.
- 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.
- Darrigan, 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.
- DePaola, A. (1992).** Isolation of Latin American epidemic strain of *Vibrio cholerae* 01 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. 85p.

- 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.
- Gollash, 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 n°.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* in 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, 253 pp.
- 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.
- Marinha do Brasil (2000).** Site Oficial <<http://www.mar.mil.br>>
- 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. & Heijns, 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.; Darrigan, 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).**
- Subba Rao, D.V.; Sprules, W.G.; Locke, A. & Carlton, J.T. (1994).** Exotic phytoplankton species from ship's ballast waters: Risk of potential spread to mariculture sites on Canada's East Coast. *Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci.* 934, 55pp.
- 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. Master's Project of the Nicholas School of the Environment of Duke University.

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

