



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Aqüicultura

BIOINCRUSTAÇÃO

Carlos Gustavo Werner Ferreira



O . 283 . 870 - 4

UFSC-BU

Florianópolis / SC
2003

RAQi
002

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Aqüicultura

BIOINCRUSTAÇÃO

Relatório de Estágio Supervisionado II do

Curso de Engenharia de Aqüicultura

Carlos Gustavo Werner Ferreira

Orientador Acadêmico: Arno Blankensteyn

Orientador Científico: Ricardo Coutinho

EMPRESA: Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Florianópolis / SC
2003
1º SEMESTRE

Agradecimentos

Acima de tudo a DEUS, por me conduzir pelo caminho da paz, pela bênção da vida e por me dar saúde e força para enfrentar todos os momentos, bons e ruins.

A meus pais por todo suporte, educação, carinho e compreensão, e a meu pai em especial por ter participado ativamente de minha graduação, sempre com muita atenção e paciência.

A meus tios, José Carlos de Sousa e Silva e Eli Bernardina de Sousa Silva, pelo apoio e confiança incondicionais. Sem vocês, hoje eu não estaria escrevendo estas palavras, valeu.

Agradeço a meus orientadores, Dr. Ricardo Coutinho, pela oportunidade, amizade, atenção e ensinamentos sempre que solicitado, e ao Dr. Arno Blanckensteyn pela confiança e disponibilidade.

Agradeço ao pessoal da Bioincrustação, Zé Bola, Soledad, Luciana, Fabi, pela acolhida, incentivo, força e amizade, ao tio Kadu, por tentar despertar em mim a sede do saber. E aos agregados, Mascarenhas e família Bola, por tornarem meus dias em Arraial mais divertidos.

Aos amigos que sempre estiveram do meu lado, Gaúcho (Hiago), Vivi, Reninho, Chi, Junior Fê, Paulinha, Maira e todos os outros que não citei.

Agradeço aos agrônomos, Dani, Rafael, Vitor, Alan, Israel, e Carol pela recepção aos aquícultores no CCA, e pela amizade que fez com que a chegada a Universidade fosse tranqüila e natural.

Ao grupo Santo Expedito que me acolheu com carinho e me proporcionou momentos muito felizes, com muita paz.

Ao Contra-Almirante Luiz Antônio Monclaro de Malafaia por ter atuado de forma positiva junto ao IEAPM, para a realização do Estágio.

À minha irmã Rafaela por toda paciência e compreensão, durante todo o sempre.

A todos que, de uma forma ou de outra, ajudaram nesta caminhada.

Índice

Agradecimentos	ii
Índice	iii
Lista de Figuras.....	iv
Lista de Abreviaturas	vi
Resumo	viii
1. Introdução	01
2. A Empresa	04
3. Atividades Realizadas	07
3.1 Cultivo de <i>Balanus amphitrite</i>	07
3.2 Avaliação do Efeito de Hipoclorito de Sódio na fixação de Cracas.....	12
3.3 Avaliação de Tintas Antincrustante	14
3.4 Coleta e Contagem de Zooplâncton	17
4. Resultados	19
4.1 Cultivo de <i>Balanus amphitrite</i>	19
4.2 Avaliação do Efeito de Hipoclorito de Sódio na fixação de Cracas.....	22
4.3 Avaliação de Tintas Antincrustante	25
4.4 Coleta e Contagem de Zooplâncton	26
5. Discussão.....	27
5.1 Cultivo de <i>Balanus amphitrite</i>	27
5.2 Avaliação do Efeito de Hipoclorito de Sódio na fixação de Cracas.....	30
6. Considerações Finais	32
7. Referências Bibliográficas.....	33
8. Conclusão	35

Lista de Figuras

Figura 01 - Vista aérea do IEAPM, com sua estrutura atual	05
Figura 02 - Sistema de cultivo de larvas de <i>B. amphitrite</i>	08
Figura 03 - Larva de <i>B. amphitrite</i> em estágio de náuplio	08
Figura 04 - Larva de <i>B. amphitrite</i> em estágio de cypris	08
Figura 05 - Esquema de filtragem das larvas após o cultivo	09
Figura 06 - Câmara de Neubauer, utilizada na contagem de microalgas	10
Figura 07 - Galões de armazenamento de água.....	10
Figura 08 - Coletores de Cracas, estrutura desenvolvida para coletar reprodutores de cracas.....	11
Figura 09 - Quadrado utilizado na contagem das placas com tinta antincrustante	15
Figura 10 - Placa utilizada nos teste com tinta antincrustante	16
Figura 11 - Estrutura utilizada na Baía de Guanabara, para os testes com tinta antincrustante	16
Figura 12 - Estrutura utilizada em Arraial do Cabo, nos testes com tinta antincrustante	16
Figura 13 – Arrasto de Zooplâncton.....	17
Figura 14 - Rede de zooplâncton utilizada nos arrastos	18
Figura 15 - Pipeta de Stemple e Cuba de Dolfus, utilizados na triagem de zooplâncton	18
Figura 16 - Monitoramento da sobrevivência de larvas de <i>Balanus amphitrite</i> durante período de cultivo de 7 dias. Os resultados dos 2 primeiros dias foram baseados em amostragens de 1 ml e o restante em 5 ml.....	20
Figura 17 - Monitoramento da sobrevivência de larvas de <i>Balanus amphitrite</i> durante 6 dias de cultivo.....	20
Figura 18 - Monitoramento da fixação de larvas de <i>Balanus amphitrite</i> em diferentes concentrações de hipoclorito de sódio, durante período de 9 dias....	22
Figura 19 - Monitoramento da fixação de larvas de <i>Balanus amphitrite</i> em diferentes concentrações de hipoclorito de sódio, durante período de 3 dias....	23

Figura 20 - Monitoramento da fixação de larvas de *Balanus amphitrite* em diferentes fluxos de água de acordo com a abertura dos tubos do sistema de fluxo contínuo..... 24

Lista de Abreviaturas

AMRJ – Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro

BACS – Base Almirante Castro Silva

BNRJ – Base Naval do Rio de Janeiro

CASAN – Companhia de Águas e Saneamento de Santa Catarina

CCA-IMO – Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima

cels/ml – células por mililitro

CIDASC – Companhia Integrada de Desenvolvimento Animal do Estado de Santa Catarina

cm – centímetros

ComOpNav – Comando de Operações Navais

C-PRM – Coordenadoria de Reparcelhamento da Marinha Internacional

DEN – Diretoria de Engenharia Naval

DGN – Diretoria Geral de Navegação

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação

DSAM – Diretoria de Sistemas de Armas

EMA – Estado Maior da Armada

ENGEPROM – Empresa de Gerenciamentos de Prjetos Navais

EUA – Estados Unidos da América

g – grama

IEAPM – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

IMO – Internatinal Maritime Organization

INEM – Instituto Nacional de Estudos do Mar

LAPAD – Laboratório de Piscicultura de Água Doce

m - metros

MB – Marinha do Brasil

mg/l – miligramas por litro

min – minutos

ml – mililitro

mm – milímetro

MMA – Ministério do Meio Ambiente

ppm – partes por mil

RJ – Rio de Janeiro

SC – South Carolina

SECIRM – Secretaria da Comissão Interministerial dos Recursos do Mar

TBT – Tributal Estanho

Resumo

Na região dos Lagos, na cidade de Arraial do Cabo-RJ, está localizado o IEAPM, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira. Trata-se de Organização Militar da Marinha do Brasil, tendo desenvolvido o conhecido Projeto Cabo Frio e publicado o Manual de Maricultura, decorrente de atividades pioneiras nesse campo. Atualmente, dedica-se a contribuir para a obtenção de modelos, métodos, sistemas, equipamentos, materiais e técnicas que permitam o melhor conhecimento e a eficaz utilização do meio ambiente marinho, no interesse da Marinha do Brasil.

O Instituto está organizado em cinco departamentos: Oceanografia, Engenharia Oceânica, Apoio Técnico, Administração e Intendência. O setor onde foi realizado o Estágio é o de Bioincrustação, vinculado ao Departamento de Oceanografia. Está dotado de todas as condições para o desenvolvimento de suas atividades, com laboratórios bem equipados e pessoal altamente qualificado. Nessas condições, o Estágio supriu as expectativas e tornou-se de grande valia para a complementação da formação acadêmica.

Dentre as atividades desenvolvidas no decorrer do Estágio destacam-se: o cultivo e experiências com cracas *Balanus amphitrite*. Estas atividades são importantes para o controle de incrustação em sistemas de resfriamento de centrais nucleares, que utilizam água salgada, que levam a perdas de eficiência de troca térmica, entupimento, corrosão e até furos nesses equipamentos; e avaliação de tintas antincrustante e coleta e triagem de zooplâncton. Estas atividades visam a redução de incrustações nos cascos dos navios da Marinha do Brasil, na tentativa de economia de meios: docagem, consumo de combustível e navegabilidade, dentre outros.

O Estágio teve o mérito de abrir novos campos em nossa área de atuação, quando permitiu conhecer com profundidade a fauna bentônica e possibilitar estudos com organismos vivos, altamente prejudiciais a instalações que se utilizam do meio marinho. Nessa linha de raciocínio, pode-se afirmar que a Engenharia de Aquicultura tem um vasto campo a explorar, com reais possibilidades de trabalho.

A experiência vivenciada pelo Estágio é ímpar, oportunizando o desenvolvimento do trabalho com resultados reais, em ambiente altamente qualificado e contando com o indispensável apoio técnico e logístico, ressentindo-se, contudo, de um melhor apoio por parte Universidade.

1. Introdução

Está prevista como matéria curricular do curso de Engenharia de Aqüicultura, da Universidade Federal de Santa Catarina, o Estágio Supervisionado II. Trata-se da última etapa, indispensável para a obtenção do diploma de bacharel, em um curso novo de nossa Universidade, haja vista ser esta a primeira turma, com início dos estudos no primeiro semestre de 1999.

Tendo desenvolvido, em oportunidades anteriores, atividades de pesquisas em algumas instituições de nosso Estado, como foi o caso da CIDASC – Companhia Integrada de Desenvolvimento Animal do Estado de Santa Catarina, onde, sob a orientação da mestrandia Maria Luiza Maciel, desenvolvemos atividades na área de defesa sanitária animal, com ênfase em aqüicultura, no LAPAD – Laboratório de Piscicultura de Água Doce, funcionando em instalações da CASAN – Companhia de Água e Saneamento de Santa Catarina, participando ativamente do monitoramento da ictiofauna da bacia do Rio Uruguai, e, ainda, como não podia deixar de ser, no LAPMAR – Laboratório de Piscicultura Marinha, de nossa Universidade, sob a orientação do Prof. Vinicius Ronzani Cerqueira, para desenvolvimento de Prática de Pesquisa – Matéria Curricular, começamos a vislumbrar a possibilidade de uma experiência em outros centros do país, surgindo, então a oportunidade do Rio de Janeiro, numa instituição de prestígio internacional, ligada ao nome de um dos expoentes do Brasil em Oceanografia e Ciências do Mar, o Almirante Paulo Moreira, que entre outros feitos nos legou, em seu vasto currículo, o Projeto Cabo Frio.

Assim, este estágio, devidamente autorizado pelo Exmo. Sr. Almirante PEDRO FAVA, então Diretor, foi realizado no IEAPM - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, situado na Rua Kioto, 253, Praia dos Anjos, Arraial do Cabo - Rio de Janeiro, tendo duração de 420 horas, período de 1º de abril a 27 de junho de 2003.

A área para o desenvolvimento do estágio, escolhida de comum acordo com o pessoal técnico do Instituto, foi a de BIOINCRUSTAÇÃO, que é o processo de crescimento de bactérias, algas e invertebrados em superfícies submersas naturais ou construídas pelo homem. Apesar de ser um processo natural, a Bioincrustação,

quando ocorre em estruturas construídas pelo homem pode provocar uma série de problemas para as atividades marítimas, como tornar o casco do navio irregular e rugoso, aumentando o arrasto, reduzindo a capacidade de manobra e a velocidade, gerando mais gastos com combustível, por exemplo.

As principais atividades realizadas foram com a espécie *Balanus amphitrite*, que é um Crustáceo da Subclasse Cirripedia, Classe Maxillopoda. Este balanídeo é muito freqüente na Baía de Guanabara, com domínio aproximado de 70% sobre as demais espécies encontradas. Os *Balanus amphitrite* são os responsáveis pelos imensos prejuízos que causam às pequenas e grandes embarcações, estacas, pilastras, cabos submersos e muitos outros materiais, por serem resistentes às impurezas, à variação de temperatura e salinidade, e, com uma proliferação acentuada, vão se incrustando em diferentes substratos e causando corrosão e prejuízos ao lugar onde se cimentam.

A supervisão e orientação científica do estágio, esteve a cargo do Doutor Ricardo Coutinho (Ph. D 1987. University of South Carolina, Columbia, SC. EUA. em Biologia - Ecologia), Pesquisador Titular do IEAPM, responsável pelo setor de Bioincrustação e a orientação acadêmica pelo professor Arno Blankenstejn (Doutor 1994. Universidade Federal do Paraná em Zoologia), Adjunto II do Laboratório de Ecologia Bentônica Marinha, na Universidade Federal de Santa Catarina.

Maravilhosa e de importância capital para o ingresso neste mercado de trabalho que se abre para cada um de nós, formandos de Engenharia de Aqüicultura, a oportunidade de realizar, na prática, um trabalho fora dos bancos da Universidade, empregando os conhecimentos auferidos durante o curso. É, realmente, de grande valia, já que se pode sentir um pouco das responsabilidades e compromissos da vida profissional, com conhecimento e avaliação de nossos pontos fortes e fracos, preparando, dessa forma, o futuro deste novo profissional, o Engenheiro de Aqüicultura.

Não podemos deixar de citar as dificuldades (foram muitas), motivadas, sobretudo, pelo ineditismo desta profissão, de muita importância para a sociedade brasileira, acreditamos, pois que vivemos num país com cerca de 8 quilômetros de

costa marítima, com bacias hidrográficas da dimensão do Amazonas, de lagoas como a dos Patos no Rio Grande do Sul, dentre outros.

Fantástica a experiência como um todo, tendo a chance de conhecer profissionais de outras formações e com experiências diferentes, trazendo conhecimentos em outras áreas, enriquecendo nosso currículo e abrindo novas portas e caminhos a serem trilhados.

2. A Empresa

O IEAPM, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, teve sua origem no ano de 1971, com o Projeto Cabo Frio, idealizado pelo então diretor do IPqM, Instituto de Pesquisas da Marinha, Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva. O projeto, instalado efetivamente em Arraial do Cabo em 1974, tinha três grandes propósitos: ser auto-suficiente financeiramente pela produção de gelo para a indústria da pesca, desenvolver a fertilização das enseadas fronteiras a Arraial do Cabo para a produção de peixes, mariscos e camarões e uma Universidade do Mar, onde estudantes, das diferentes profissões, adquiririam conhecimentos oceanográficos necessários a elas, visando a materialização da audaciosa idéia do Almirante Moreira de “fertilizar a juventude para os problemas do oceano para a vida e para o futuro”. Nessa fase, que durou 10 anos, o Instituto dedicou-se ao estudo da ressurgência e da aquacultura, chegando a publicar o Manual de Maricultura. Com a morte de seu idealizador, o Projeto Cabo Frio foi transformado em INEM, Instituto Nacional de Estudos do Mar, e passa a apoiar a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) na execução dos grandes projetos nacionais do mar, decorrentes das obrigações assumidas pelo Brasil ao assinar a Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar de 1982. O INEM, já com o nome atual que homenageia seu idealizador, voltou-se para o estudo do mar em benefício dos interesses da Marinha do Brasil. Desde então a missão do IEAPM é “contribuir para o melhor conhecimento e eficiente utilização do mar em atendimento aos interesses da Marinha”.

Em dezembro de 1995, o Ministro da Marinha resolveu alterar o posicionamento do IEAPM na estrutura orgânica da Marinha, tirando-o da tutela da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e subordinando-o diretamente à Diretoria Geral de Navegação (DGN). A partir daí, a estrutura organizacional que era constituída de apenas dois departamentos, Oceanografia e Administração, ganhou mais três departamentos, Engenharia Oceânica, Apoio Técnico e Intendência, e com essa estrutura (Figura 1) o IEAPM vem desenvolvendo suas atividades (IEAPM,

2003), dentre elas: Análise de hidrocarbonetos, onde o Instituto está se capacitando para realizar análise



Figura 01 - Vista aérea do IEAPM, com sua estrutura atual.

de hidrocarbonetos e ter seus laboratórios credenciados junto ao INMETRO, objetivando atender as necessidades da MB no que tange a vigilância de poluição marinha; SISPRES, o Projeto de Previsão do Ambiente Acústico para o Planejamento de Operações Navais que visa desenvolver um sistema de previsão de alcance sonar em águas profundas; Desenvolvimento de módulo de tratamento de dados oceanográficos (temperatura e salinidade), batimétricos e meteorológicos (ondas, ventos, temperatura da superfície do mar, pressão atmosférica e temperatura do ar), coordenado pelo Comando de Operações Navais (ComOpNav); Eletronuclear, controle de incrustações em redes de resfriamento por água salgada da central Almirante Álvaro Alberto; Grupo SIDERBRÁS USIMINAS, experimentos sobre a corrosão atmosférica em corpos de prova em ambiente salino, na Ilha de Cabo Frio; Petrobrás, coleta e tratamento de dados de ondas utilizando o Ondógrafo Direcional; Bioacústica, atuação na área de acústica submarina, catalogando os ruídos de origem biológica na costa brasileira; Modelagem de processos afetos à propagação da energia acústica no mar para Diretoria de Sistemas de Armas da

Marinha (DSAM); Poluição por óleo, monitoramento da poluição na Baía da Guanabara para a Empresa de Gerenciamento de Projetos Navais (ENGEPRON) e Petrobrás; REVIZEE, participação no programa de levantamento do potencial sustentável dos recursos vivos na zona econômica exclusiva, através de prospecção pesqueira destinada a captura de peixes e crustáceos, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA); Mentalidade Marítima, participação no Programa de Mentalidade Marítima na região, ministrando cursos, tais como: Artesão do mar e Construção naval básica, em colaboração com a Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM); Análise de Amostras Geológicas, análise de amostras de sedimentos para elaboração dos mapas faciológicos, usados em cartas de minagem, cartas de submarino e outras aplicações às características do fundo marinho; Água de Lastro, avaliação dos efeitos dos organismos introduzidos na costa brasileira pelos despejos de água de lastro de navios mercantes, projeto esse desenvolvido por solicitação do Estado Maior da Armada (EMA) e que apóia o Programa Globallast no Porto de Sepetiba, e outros assuntos de interesse da Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional (CCA-IMO); Radionuclídeos, Monitoramento de radionuclídeos artificiais na costa brasileira, entre Espírito Santo e São Paulo, para a Coordenadoria de Reaparelhamento da Marinha (C-PRM), em apoio às atividades relacionadas à construção dos meios navais submersos; e Bioincrustação, desenvolvimento de estudos que visam o controle das incrustações nas estruturas submersas, avaliação e homologação de tintas anti-incrustantes, pesquisa de biocida natural, em substituição às tintas atuais, nocivas ao ambiente marinho, em cooperação com a Diretoria de Engenharia Naval (DEN) (IEAPM, 2002).

Por tudo isso, pode-se afirmar, sem contestação, que nos últimos anos, fruto da reestruturação a que foi submetido, o IEAPM galgou, com rapidez, vários degraus que, se não o coloca na posição em que se desejaria, pelo menos o faz aproximar-se das mais importantes instituições congêneres do País, tornando-o conhecido e prestigiado no meio da comunidade científica brasileira.

3. Atividades Realizadas

3.1 Cultivo de *Balanus amphitrite*

O cultivo de cirrípedes vem sendo desenvolvido no IEAPM – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, para dar suporte a pesquisas que se concentram em tentar reduzir a proliferação destes organismos incrustantes em sistemas de refrigeração que utilizam água salgada e também reduzir a presença desses organismos em cascos de navios e plataformas de exploração de petróleo. Para a realização deste tipo de pesquisa é necessário ter a disposição quantidades suficientes das larvas deste cirrípede em seu último estágio larval, especificamente o estágio de cypris, visto que é nesse estágio que a larva se fixa a um substrato e se torna sésbil.

O cultivo de cracas da espécie *Balanus amphitrite* tem seu início com a formação de um plantel de reprodutores, que são coletados com o auxílio de espátulas em pneus, pilastras e outros substratos localizados no cais da pesca, no porto do Forno, na praia dos Anjos, em Arraial do Cabo - RJ. As cracas são raspadas e acondicionadas em baldes a seco, onde permanecem até serem transportadas para o laboratório. Esta prática tem como objetivo criar uma condição de estresse, para que se induza os reprodutores a desovar. A desova ocorre ao acrescentar-se água aos baldes contendo os reprodutores. Após esta etapa, as larvas começam a eclodir e as larvas se espalham na coluna d'água. A coleta é feita com uma pipeta de 20 ml, durante 2-3 horas. Os baldes que as continham são cobertos com papel escuro, que recebem um furo, por onde, com auxílio de uma luminária, se cria um feixe de luz, para atrair-las, facilitando assim a sua captura. Após coletadas, as larvas são mantidas em beckers até ser iniciado o cultivo, período em que são mantidas sem aeração e recebem um pouco de comida, composta pela microalga da espécie *Skeletonema costatum*.

Passadas para os tanques de cultivo (Figura 02), estes feitos de bombonas de água de 20 litros, com uma densidade de 1 larva por ml, as larvas recebem, durante todo o período, aeração constante, utilizando-se de bombas de aquário, e

alimentação uma vez por dia. O cultivo tem seu fim com as larvas passando da fase de náuplio (Figura 03) para a fase de cypris (Figura 04).



Figura 02 - Sistema de cultivo de larvas de *B. amphitrite*.

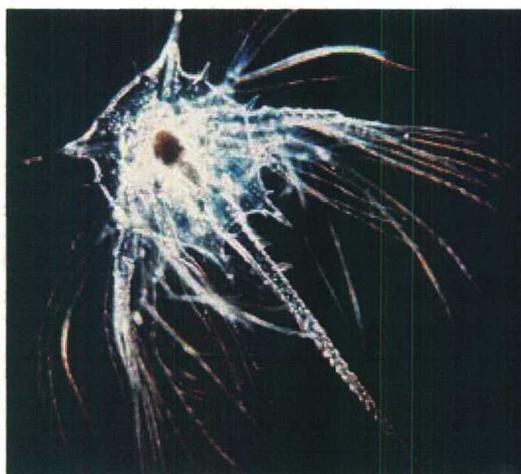


Figura 03 - Larva de *B. amphitrite* em estágio de náuplio

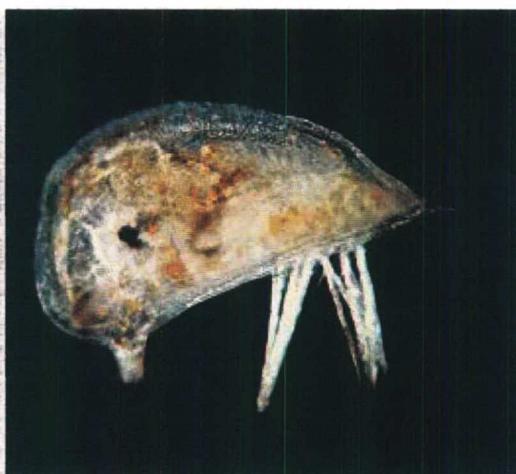


Figura 04 - Larva de *B. amphitrite* em estágio de cypris.

Após o período de cultivo, as larvas são filtradas, utilizando-se de filtros com malha de 100 e 200 micrômetros (Figura 05); isto para separar as larvas cypris das demais ainda em estágio de náuplio. As cypris são retidas no filtro com malha de 100 micras e os náuplios no filtro com malha de 200 micras. As larvas cypris são, então, colocadas em placas de Petri com água salgada previamente coletada, sem alimentação e aeração. Já os náuplios são recolocados no sistema de cultivo para que possam completar o seu ciclo e transformar-se em cypris. Depois de filtradas e colocadas nas placas de Petri, as larvas cypris são conservadas na geladeira, sem

aeração e alimentação, a uma temperatura de 6°C, onde permanecem em estado de latência, até que sejam utilizadas em experimentos ou outros fins. Nessas condições, as larvas podem ficar ativas até dois meses, mas recomenda-se o seu uso em um período máximo de uma semana.

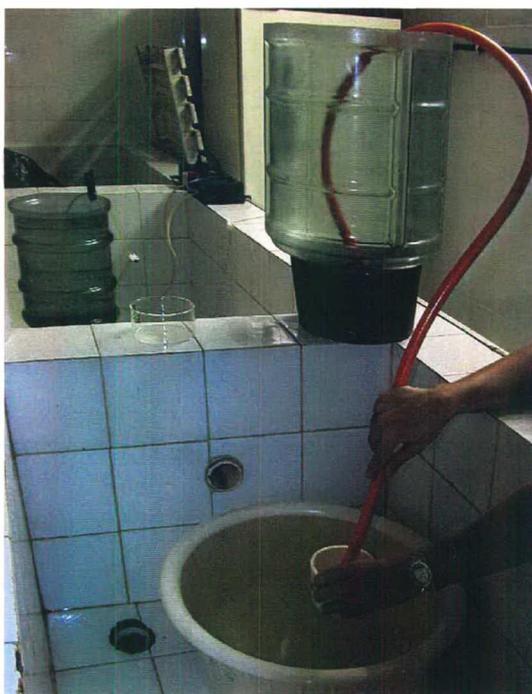


Figura 05 - Esquema de filtragem das larvas após o cultivo.

Durante o período de cultivo é feito um acompanhamento diário do desenvolvimento do estágio larval, bem como do nível de sobrevivência, através da coleta de três réplicas de 5 ml de cada tanque de cultivo, utilizando-se uma pipeta de 20ml, que é colocada em placas de Petri e levada ao microscópio óptico para se quantificar e avaliar o desenvolvimento das larvas.

Os náuplios, durante o cultivo, são alimentados uma vez ao dia com a microalga *Skeletonema costatum*, que é cultivada no setor de microalga do IEAPM, a uma concentração de 12×10^4 cels/ml. Para a alimentação, a concentração de fitoplâncton é contada no microscópio óptico em câmaras de Neubauer (Figura 06), para se estabelecer o volume a ser fornecido de microalga aos náuplios. Na

alimentação, são utilizadas culturas de *Skeletonema costatum* com tempos de cultivo diferentes, a fim de se avaliar a melhor fase de desenvolvimento das microalgas para alimentação.

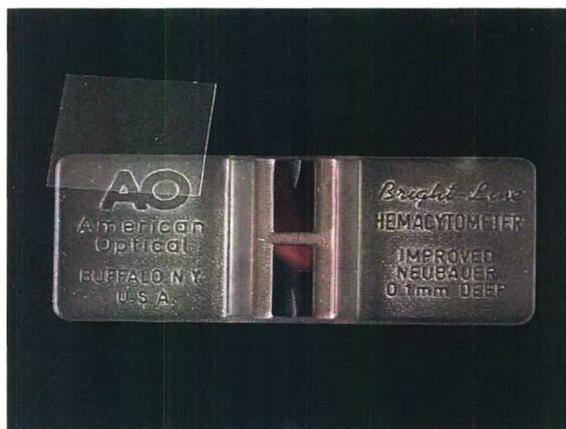


Figura 06 - Câmara de Neubauer, utilizada na contagem de microalgas.

A água utilizada durante as fases do cultivo é coletada após ter sido a mesma bombeada da praia dos Anjos, para caixas d'água dentro do IEAPM, de onde é distribuída por gravidade para os laboratórios do Instituto. No laboratório, a água é passada por filtros de 5, 3 e 1 micra, e acondicionada em galões de 50 litros, que são cobertos por um plástico preto, durante um período de seis dias; a água é deixada em tanques no escuro para que as bactérias possam depurar qualquer substância tóxica que possa estar presente na água (Figura 07).



Figura 07 - Galões de armazenamento de água.

Para facilitar a coleta dos reprodutores, foram confeccionados estruturas com arame de cobre e tubos de PVC, que se convencionou chamar de coletores. Os tubos foram cortados no tamanho de 27 cm e dispostos paralelamente, sendo amarrados nas duas extremidades (Figura 08). Essas estruturas, em número de duas, foram fixadas em dois pontos distintos: uma no píer do cais da pesca, no porto do Forno, na praia dos Anjos, em Arraial do Cabo - RJ, entre duas pilastras na superfície, e a outra fixada entre duas balsas, em frente à praia do Farol, na ilha de Cabo Frio, em Arraial do Cabo - RJ, a uma profundidade aproximada de 1,5 m.

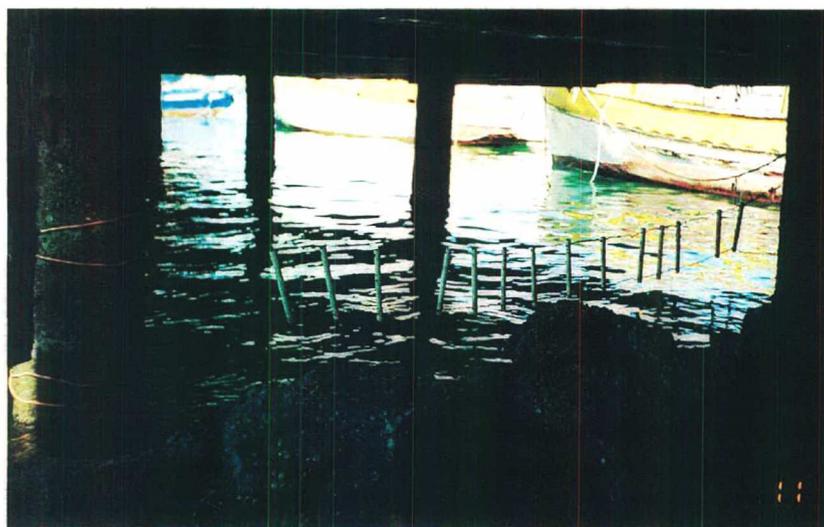


Figura 08 - Coletores de Cracas, estrutura desenvolvida para coletar reprodutores de cracas.

3.2 Avaliação do Efeito do Hipoclorito em Fixação de Cracas

A aplicação de cloro em sistemas de refrigeração passou a ser utilizado como prevenção do crescimento de organismos incrustante no interior das tubulações, uma vez que é reconhecida a sua eficiência como biocida, além do baixo custo. Devido ao alto risco proporcionado pelo cloro (Cl_2) em caso de vazamentos, este tem sido freqüentemente substituído por outros produtos menos perigosos, como o hipoclorito de sódio (NaOCl) (Brandão & Leite, 1997).

As experiências feitas no IEAPM, com a espécie *Balanus amphitrite*, se baseiam em tentar evitar a fixação das larvas deste cirrípede em tubulações de sistemas de refrigeração, já que cracas fixadas causam perda de eficiência na troca térmica, entupimento, corrosão e até furos (Leite, 1999).

Foram feitos experimentos, que consistiram em avaliar a fixação das larvas cypris de *Balanus amphitrite* em diferentes concentrações de hipoclorito.

Para a realização dos experimentos, foram utilizadas larvas cypris retiradas da geladeira, onde permaneciam por duas semanas, a fim de fazer com que seu metabolismo voltasse ao normal e, com o auxílio de uma lupa e uma pipeta, foram separadas e colocadas em placas de Petri com tampa, já com a solução de hipoclorito, e, posteriormente lavadas em água doce e destilada.

Para o experimento I, que teve como objetivo avaliar a fixação de larvas cypris em diferentes concentrações de hipoclorito, foi preparada uma solução de hipoclorito a 10 ppm, denominada de solução estoque e, a partir desta, foram feitas diluições para se chegar a diferentes concentrações, que foram utilizadas no experimento. Foram feitos 6 tratamentos, sem réplicas, com concentrações de 10 ppm, 5 ppm, 0,5 ppm, 0,1 ppm e 0,01 ppm, além do controle, que era água salgada, filtrada do estoque. Em todos os tratamentos foram utilizados 20 ml da solução com as concentrações determinadas. Após prontas, as placas contendo as cypris foram colocadas em local escuro (as fixações ocorrem no escuro), sendo acompanhadas as fixações durante 1, 4 e 9 dias. Para este acompanhamento, as placas de Petri eram retiradas do escuro e levadas à lupa com aumento de seis vezes, isso para se quantificar o número de fixações e sobrevivência.

No experimento II, também com objetivo de avaliar a fixação de larvas cypris em diferentes concentrações de hipoclorito, foram utilizadas também, placas de Petri que, de acordo com o descrito acima, receberam 10 larvas cypris. Neste experimento foram feitos 9 tratamentos, com 3 réplicas cada, com concentrações de 4 ppm, 3 ppm, 2 ppm, 1 ppm, 0,75 ppm, 0,5 ppm, 0,25 ppm, 0,1 ppm e o controle, a fim de se observar o número de fixações. As placas foram colocadas no escuro, sendo acompanhadas as fixações com 1, 2 e 3 dias, nos mesmos moldes do experimento anterior.

Paralelamente foi feito um experimento para se avaliar a fixação em sistema de fluxo contínuo, onde as larvas previamente retiradas da geladeira foram colocadas em um recipiente com 6.700 ml de água salgada, que continha dois tubos de vidro fixados no fundo do recipiente, tubos estes que continham ponteiras com diâmetros pré-estabelecidos para se ter o controle da velocidade do fluxo de água. Estes tubos eram cobertos com papel alumínio, devido ao fato de as larvas só se fixarem no escuro. Foram utilizados para os testes, ponteiras de 1 mm, 4 mm e 5 mm, que proporcionaram diferentes velocidades em nosso sistema. Foi realizada uma primeira corrida, sem ponteira, duas com a ponteira de 1 mm, e três com as ponteiras de 4 e 5 mm, sendo nestas, uma ponteira de 4 mm e uma de 5 mm em cada corrida. Após a descida de toda água do tanque, os tubos eram retirados, levados ao microscópio e então era observado o número de fixações.

3.3 Avaliação de Tintas Antincrustante

A fabricação de tintas antincrustante, utilizando-se de TBT – Tributyl Estanho, foi interrompida em janeiro deste ano, isto porque este produto se mostrou altamente tóxico e prejudicial aos organismos marinhos e ao próprio homem. Tal fato decorreu de Resolução emitida pela IMO – International Maritime Organization, que pretende sua substituição por novas formulações menos agressivas ao meio marinho. A atividade de avaliação de tintas antincrustante surge exatamente da necessidade de desenvolver tintas com novas formulações para suprir o espaço deixado por tintas a base de TBT, biocida usado em larga escala nas últimas décadas (IEAPM/DEN, 2001).

No IEAPM – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, para fazer frente a este problema, está sendo desenvolvido um programa denominado PROGRAMA DE BIOINCRUSTACAO, juntamente com a DEN - Diretoria de Engenharia Naval, também órgão da Marinha do Brasil, que objetiva a avaliação de tintas antincrustante sob novas formulações, todas comprometidas com o futuro da vida marinha, juntamente com a eficiência antincrustante. Testes já levados a efeito em algumas tintas fornecidas por fabricantes, com a ausência do referido biocida, já mostram que algumas delas apresentam formulações que poderão, após testes futuros nos próprios navios, apresentar resultados satisfatórios no que diz respeito ao combate das incrustações. O PROGRAMA DE BIOINCRUSTACAO encontra-se em franco desenvolvimento, com os testes sendo desenvolvidos normalmente.

Recentemente, já se conhece produtos naturais, produzidos por organismos sésseis (fixos a um substrato), tais como algas, corais e esponjas, que podem se constituir numa nova perspectiva para utilização como antincrustantes naturais. Apesar dessa idéia não ser nova, ela tem sido discutida mais objetivamente como uma melhor alternativa para as tintas antincrustantes tradicionais, sob o aspecto ambiental.

A contagem das placas utilizadas nos testes de tinta antincrustante é feita quinzenalmente na BNRJ, Base Naval do Rio de Janeiro e em Arraial do Cabo, no campo de provas do Instituto de Estudos do Mar Alte. Paulo Moreira, em balsas

construídas e poitadas em frente à praia do Farol, na ilha de Cabo Frio. Em ambos os locais, estão sendo medidas a porcentagem de cobertura dos diferentes organismos incrustantes, além da espessura total da incrustação.

Essas medições são feitas utilizando-se de um quadrado de 10 x 10 cm de alumínio, subdividido em 100 pontos de interseção, obtidos com linhas de nylon, colocadas a cada 1 cm (Figura 09). Trinta pontos ao acaso são contados para cada espécie nos diferentes extratos da incrustação, e todos os organismos, presentes sob os pontos, registrados.

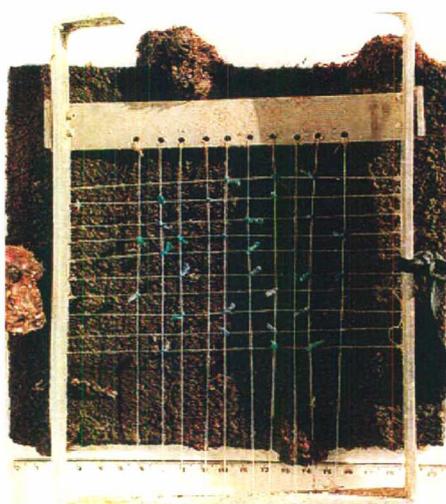


Figura 09 - Quadrado utilizado na contagem das placas com tinta antincrustante.

A espessura é medida com uma régua, e os dados coletados são passados para uma ficha, para posterior avaliação. Mensalmente, são tiradas fotos das placas para o acompanhamento do desenvolvimento dos organismos incrustados.

Durante as contagens, as estruturas passam por um processo de manutenção, efetuando-se a limpeza dos organismos nelas incrustados, bem como a troca de qualquer peça que esteja danificada.

As placas, que passam pelo processo de contagem, são em número de 132, confeccionadas de aço carbono, no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), com medidas de 20 x 25 cm de lado e 15 mm de espessura e numeradas na parte inferior (Figura 10). Cada 12 delas foram pintadas com um tipo de tinta fornecido pelas 6 (seis) empresas que estão participando do programa de testes. Dessas

placas, 66 (sessenta e seis) foram submersas a um metro de profundidade, no Píer 1 da BNRJ, sendo 6 (seis) de cada tipo, e as demais 66 (sessenta e seis), também 6 (seis) de cada tipo, no campo de provas do IEAPM. As placas utilizadas na BNRJ estão presas a uma distância de 25 cm entre cada uma delas e travadas por fios de cobre para evitar o contato entre si, em estruturas compostas por um cano rígido de PVC de 1 ¼ com 2,5 m de comprimento, preso por cabos pelas extremidades a uma bóia, que contem dois cabos para prender cada estrutura em diferentes pontos do Píer (Figura 11). Já no campo de provas do IEAPM, as placas foram submersas a um metro de profundidade por cabos de nylon presos em balsas de madeira, confeccionadas especialmente para este experimento (Figura 12). Em duas dessas balsas foram distribuídas 17 placas e em duas outras foram presas 16 placas, todas de forma aleatória, e com uma distância de 30 cm de uma para outra.



Figura 10 - Placa utilizada nos testes com tinta anticrustante.



Figura 11 - Estrutura utilizada na Baía de Guanabara, para os testes com tinta anticrustante.

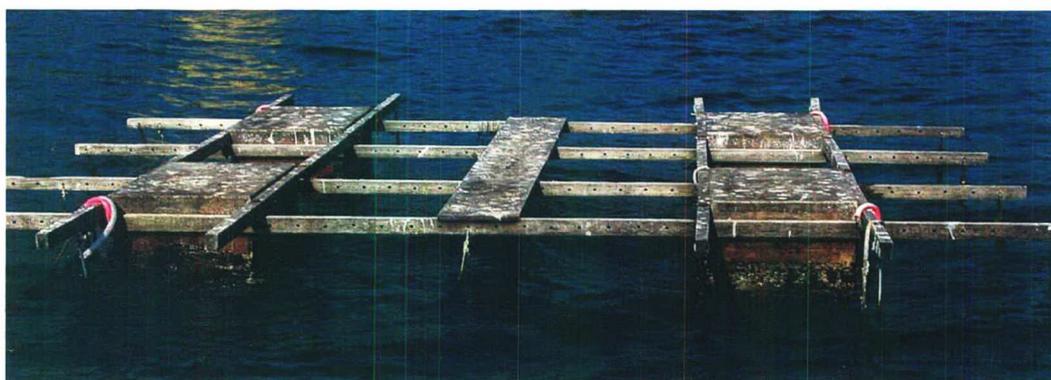


Figura 12 – Estrutura utilizada em Arraial do Cabo, nos testes com tinta anticrustante.

3.4 Coleta e Triagem de Zooplâncton.

A Marinha do Brasil e o setor privado concentram grande parte de seus meios flutuantes e instalações afins na Baía de Guanabara. Por permanecerem boa parte do tempo estacionados nesse local, os meios flutuantes sofrem com forte taxa de incrustação. Tal fato traz consigo uma série de dificuldades para a movimentação desses meios e, o que é pior, acarreta sérios prejuízos não só à frota naval como à mercante.

Dentro do PROGRAMA DE BIOINCRUSTAÇÃO, realizado pelo Departamento de Oceanografia IEAPM, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, em convênio com a DEN, Diretoria de Engenharia Naval, ambos órgãos da Marinha do Brasil, está sendo desenvolvida a atividade de coleta e triagem de zooplâncton. Esta atividade foi iniciada em outubro de 1999 e está fundamentada no monitoramento dos picos de reprodução dos organismos bioincrustantes. Com isso há possibilidade de se identificar as épocas de maior disponibilidade das larvas destes organismos no meio ambiente. Desta forma, a Marinha do Brasil poderá dispor de elementos confiáveis quanto aos melhores períodos de docagem, pintura e atracação dos meios flutuantes em seus píers na Baía de Guanabara.

A coleta de zooplâncton é feita semanalmente na Ilha de Cabo Frio, em Arraial do Cabo - RJ, paralela a praia do Farol (Figura 13). São feitos 3 arrastos superficiais, com 2 min de duração cada, utilizando-se de redes de zooplâncton de diâmetro de malha de 100 micrômetros, com boca de 40 cm (Figura 14).

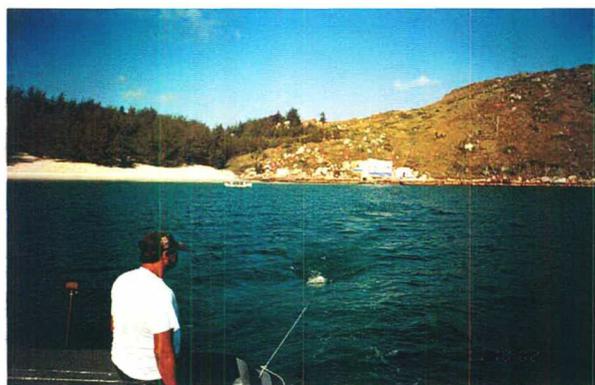


Figura 13 – Arrasto de zooplâncton realizado paralelo a Praia do Farol, Arraial do Cabo.

As amostras coletadas são acondicionadas em frascos de 250 ml, contendo formol salino a 4%, ainda no barco em que foram feitos os arrastos.

Na Baía de Guanabara é utilizada a mesma metodologia, mas os arrastos são feitos em 3 pontos distintos: BACS, Base Almirante Castro e Silva, BNRJ, Base Naval do Rio de Janeiro e AMRJ, Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, com periodicidade quinzenal.

No laboratório, as amostras são colocadas em provetas para que o material sedimente e, assim, se possa estabelecer o biovolume da amostra. O material coletado é retirado da proveta e colocado em frasco com o volume pré-estabelecido de 200 ml, para posterior quantificação das larvas encontradas. Da amostra, já com o volume definido, são retiradas 3 subamostras de 2,68ml, com uma pipeta de Stemple, que são colocadas em cubas de Dolfus (Figura 15) e levadas ao microscópio estereoscópio para ser feita a contagem. Nesse processo são triadas apenas as larvas meroplânctônicas, larvas que passam seu período larval na coluna d'água. Após a contagem, as amostras são colocadas em frascos menores com etiquetas, discriminando: dia, biovolume e amostra, sendo assim arquivadas.

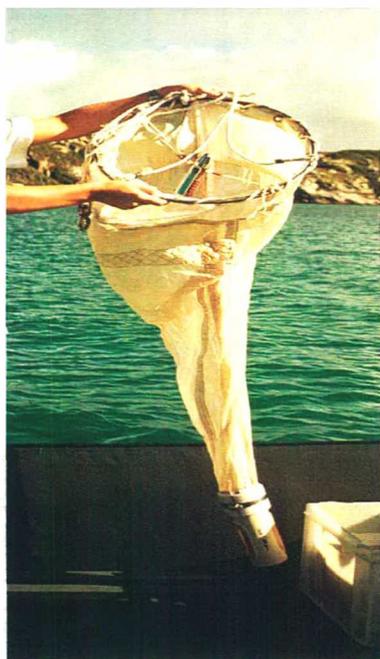


Figura 14 – Rede de zooplâncton utilizada nos arrastos.

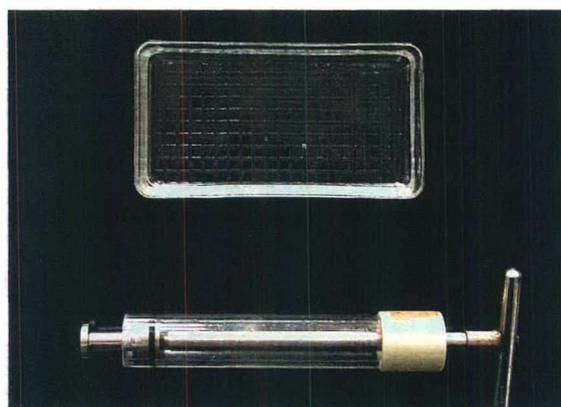


Figura 15 – Pipeta de Stemple e Cuba de Dolfus, utilizados na triagem de zooplâncton

4. Resultados

4.1 Cultivo de *Balanus amphitrite*

Para se conseguir completar o ciclo larval do cirrípede *Balanus amphitrite*, foram feitas três tentativas de cultivo, não se obtendo sucesso nas duas primeiras. Na terceira tentativa, conseguiu-se fazer com que os náuplios chegassem ao estágio de cypris, completando assim, o ciclo larval deste crustáceo.

Em todas as tentativas de cultivo, a coleta dos reprodutores foi na mesma quantidade, cerca de 500 g de peso úmido, o suficiente para cobrir o fundo do balde em que eram acondicionados, baldes de 13 litros. Fatores como a época da coleta e maturação dos reprodutores podem gerar diferenças na quantidade final de larvas de cada lote.

No cultivo I, primeira tentativa de cultivar as larvas de *Balanus amphitrite* até o estágio de cypris, que teve seus reprodutores coletados e início do cultivo em 15/04/2003, foi possível capturar após a reprodução, o equivalente a 10.800 náuplios, recém eclodidos.

Com essa quantidade de náuplios, foram disponibilizados dois tanques de cultivo, cada um deles com o volume de 5,4 litros e contendo a metade das larvas capturadas. Este cultivo teve a duração de 8 dias, chegando ao seu fim no dia 22/04/2003, quando foi constatada a morte de 100% dos náuplios cultivados, não ocorrendo, portanto, a passagem de nenhum desses náuplios para o estágio de cypris.

Os dados relativos a sobrevivência das larvas de *Balanus amphitrite* durante o cultivo I apresentaram uma elevada variação na sobrevivência no decorrer do cultivo, culminando com a mortalidade total das larvas. (Figura 16). No tanque 1, a sobrevivência se mostrou baixa desde o início do cultivo, tendo seus valores apresentados a maior taxa de sobrevivência no primeiro dia, e muito baixa nos dias que se seguiram. No tanque 2, a sobrevivência teve seu maior índice no quarto dia, seguido por um declínio no decorrer do cultivo até a mortalidade total das larvas.

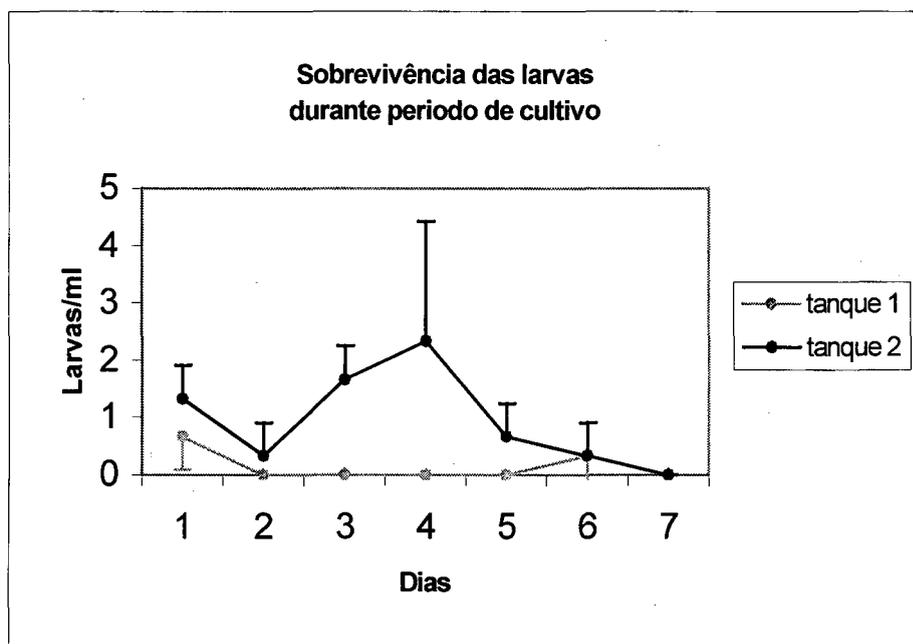


Figura 16- Monitoramento da sobrevivência de larvas de *Balanus amphitrite* durante período de cultivo de 7 dias. Os resultados dos 2 primeiros dias foram baseados em amostragens de 1 ml e o restante em 5 ml.

Na segunda tentativa de cultivar larvas de *Balanus amphitrite* até o estágio de cypris, que teve a coleta de seus reprodutores e início do cultivo em 23/04/2003, foram capturadas, com o auxílio de pipetas, o equivalente a 15.250 náuplios. Esses náuplios foram separados em dois cultivos, de acordo com o substrato artificial do qual seus reprodutores foram coletados, um tanque com volume de 5 litros, com reprodutores coletados em pneus e outro com volume de 10 litros, com reprodutores coletados em toras de madeira utilizadas na sustentação do píer. A duração deste cultivo foi de 7 dias, término em 29/04/2003, e a constatação de taxa de mortalidade de 100%, não havendo sinal da passagem de nenhum náuplio para o estágio de cypris.

Os dados relativos à sobrevivência nesta segunda tentativa de cultivo mostram um declínio na sobrevivência no decorrer do período de cultivo (Figura 17). Ambos os tanques, 1 e 2, apresentaram os maiores índices no início do cultivo, seguidos do declínio até chegarem ao ponto mínimo, coincidindo com a total mortalidade das larvas.

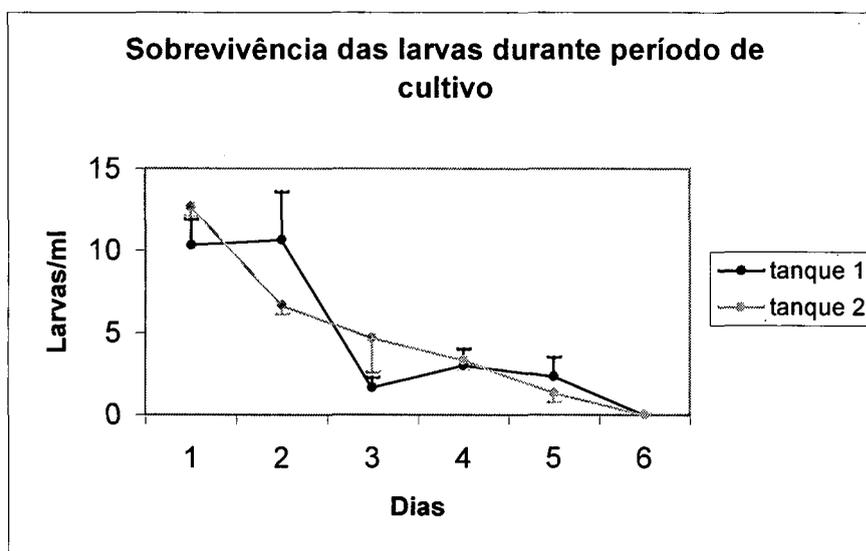


Figura 17 - Monitoramento da sobrevivência de larvas de *Balanus amphitrite* durante 6 dias de cultivo.

No cultivo III, terceira tentativa de cultivar larvas de *Balanus amphitrite* até o estágio de cypris, que teve seu início e coleta dos reprodutores no dia 08/05/2003, foi obtida a maior quantidade de náuplios, chegando-se ao número de 47.500 náuplios, número esse dividido por 3 tanques de cultivo, cada qual com aproximadamente 15 litros. Durante este cultivo não foram retiradas amostras para o acompanhamento diário do desenvolvimento larval, bem como a sobrevivência das larvas, para se evitar algum tipo de estresse desnecessário aos organismos. O cultivo teve duração até o dia 14/05/2003, perfazendo um total de 6 dias, quando se percebeu, mesmo a olho nu, a mudança de natação, sugerindo a passagem dos náuplios para o estágio de cypris, quando, então, foi retirada uma amostra para a confirmação, que se mostrou positiva e fez com que os tanques fossem filtrados. Este cultivo apresentou uma taxa de transformação em cypris de 74%. Como citado anteriormente, esta terceira tentativa de cultivo não apresenta dados relativos a sobrevivência. As larvas ainda no estágio de náuplios foram colocadas em um novo tanque, onde permaneceram por mais um dia para que completassem o ciclo larval e chegassem ao estágio de cypris.

4.2 Avaliação do Efeito do Hipoclorito de Sódio na Fixação de Cracas

No primeiro experimento (I) pôde-se observar que, no primeiro dia, as concentrações de hipoclorito com valor superior a 5 ppm, tiveram 100% de mortalidade, não apresentando fixação dos organismos; nas demais concentrações, 0,5 ppm, 0,1 ppm e 0,01 ppm, e nestas concentrações não houve mortalidade, com exceção da concentração de 0,1 ppm, que foi a única a apresentar fixação, com uma larva fixada. Após quatro dias, não ocorreu mortalidade de nenhum dos organismos, e as fixações foram em número de sete na concentração de 0,1 ppm, duas na concentração de 0,01 ppm e uma no controle. No nono dia, não havia mais larvas vivas e o número de fixações nas diferentes concentrações não se alterou (Figura 18).

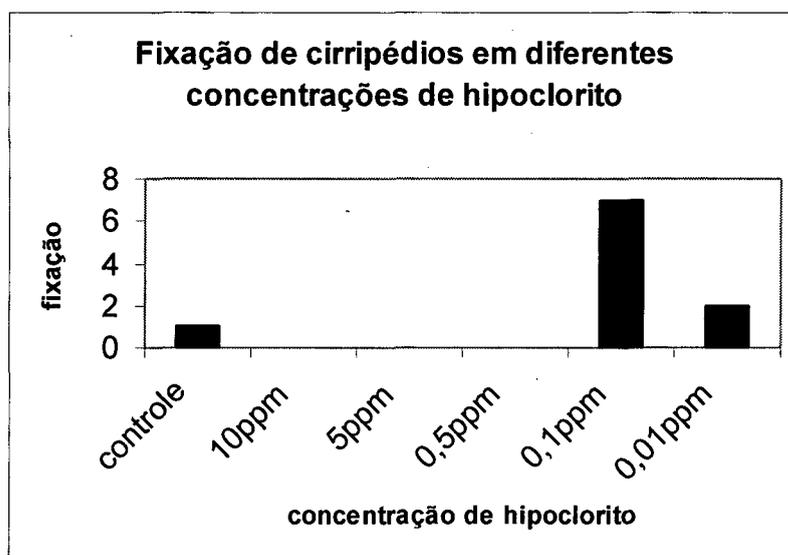


Figura 18 - Monitoramento da fixação de larvas de *Balanus amphitrite* em diferentes concentrações de hipoclorito de sódio, durante período de 9 dias.

O segundo experimento (II) apresentou no primeiro dia, 100% de mortalidade nas concentrações superiores a 3 ppm e taxa de sobrevivência de 10% na concentração de 2 ppm, 86,7% na concentração de 1 ppm, 16,7% na concentração de 0,75 ppm, 63,3% na concentração de 0,5 ppm, 70% na concentração de 0,25 ppm, 83,3% na concentração de 0,1 ppm e 50% no controle, tendo ocorrido fixação

dos organismos nas concentrações de 1ppm - 3,3%, 0,25 ppm - 3,3% e 0,1 ppm - 10%.

No segundo dia, a taxa de sobrevivência se alterou em dois dos tratamentos: na concentração de 1 ppm, diminuiu para 83,3 % e na concentração de 0,1 ppm, diminuiu para 70%. Já as fixações tiveram sua taxa alterada em quatro dos tratamentos: na concentração de 0,5 ppm, aumentou para 6,7%; na concentração de 0,25 ppm, aumentou para 10%; na concentração de 0,1 ppm, aumentou para 13,3% e no controle, aumentou para 10%.

No terceiro dia, todos os tratamentos tiveram sua taxa de sobrevivência alterada, com exceção da concentração de 2 ppm: na concentração de 1ppm, a taxa diminuiu para 63,3%; na concentração de 0,75 ppm, diminuiu para 13,3%; na concentração de 0,5 ppm, diminuiu para 36,7%; na concentração de 0,25 ppm, diminuiu para 46,7%; na concentração de 0,1 ppm, diminuiu para 43,3 % e no controle, diminuiu para 46,7%. Já as fixações tiveram sua taxa alterada em três tratamentos: na concentração de 1 ppm, aumentou para 6,7%; na concentração de 0,75 ppm, aumentou para 3,3% e na concentração de 0,25 ppm, aumentou para 13,3%. (Figura 19)

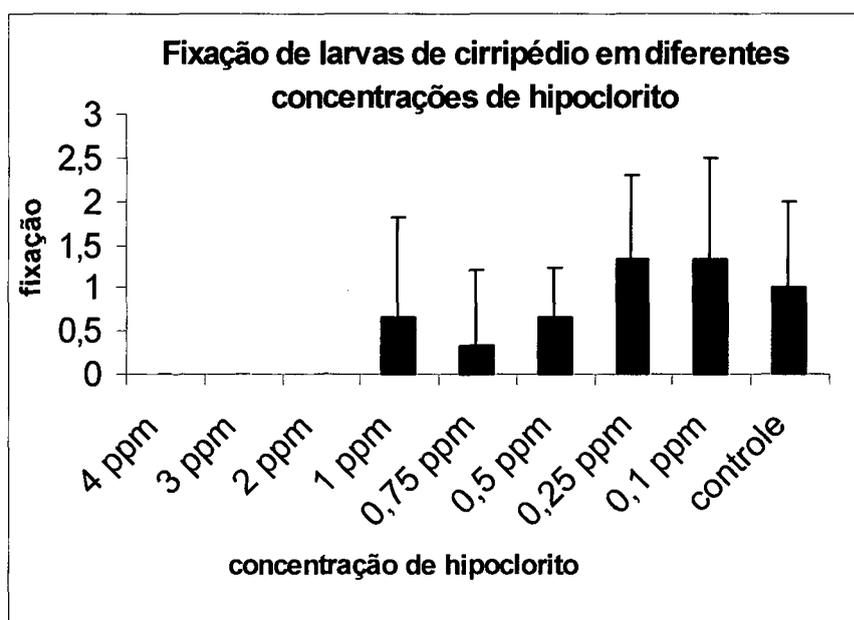


Figura 19 - Monitoramento da fixação de larvas de *Balanus amphitrite* em diferentes concentrações de hipoclorito de sódio, durante período de 3 dias.

No experimento com sistema de fluxo contínuo utilizando uma ponteira de 1 mm, esta apresentou, na primeira corrida, o primeiro tubo com 17 larvas fixadas e o segundo com 11 larvas fixadas, na segunda corrida, o primeiro tubo apresentou 12 larvas fixadas e o segundo 25 larvas fixadas. Na corrida feita com os tubos sem ponteiras, o primeiro tubo apresentou 14 larvas fixadas e o segundo 9 larvas fixadas. As demais corridas, em número de 3, apresentaram no tubo com ponteira de 4 mm, 2, 18 e 3 larvas fixadas, e no tubo com ponteira de 5 mm, 4, 21 e 7 larvas fixadas (Figura 20).

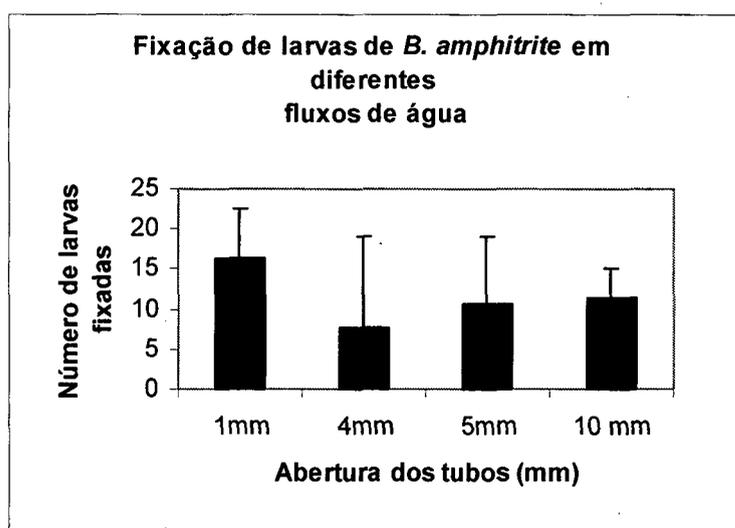


Figura 20 - Monitoramento da fixação de larvas de *Balnus amphitrite* em diferentes fluxo de água de acordo com a abertura dos tubos do sistema de fluxo contínuo.

4.3 Avaliação de Tintas Incrustantes

Os resultados provenientes desta atividade seriam a discriminação do desempenho das tintas antincrustante, bem como identificação quantitativa e qualitativa dos organismos bioincrustantes encontrados nos corpos de prova utilizados nesta atividade. Por se tratar de um projeto de cunho confidencial da Marinha do Brasil, os resultados não poderão ser disponibilizados neste trabalho.

4.4 Coleta e Triagem de Zooplâncton

Os resultados da atividade de coleta e triagem de zooplâncton identificam as larvas dos organismos meroplanctônicos encontrados, bem como sua quantidade e em que épocas estão disponíveis nos locais destes estudos. Por se tratar de um projeto de cunho confidencial da Marinha do Brasil, os resultados não poderão ser disponibilizados neste trabalho.

5. Discussão

5.1 Cultivo de *Balanus amphitrite*

A reprodução e cultivo do cirrípede *Balanus amphitrite* em laboratório, nos permitiu observar a rusticidade deste organismo, muito resistente a variação de temperatura e salinidade, uma vez que as práticas de manejo referentes ao seu cultivo são um tanto quanto simples, e os cuidados para com ele, são cuidados essenciais a qualquer organismo aquático. Isto se comprova ao observarmos sua disposição no meio ambiente, onde o mesmo ocorre em ambientes poluídos, eutrofizados e outros, sempre na região do mesolitoral.

Nas diferentes tentativas de se cultivar os cirrípedes, se obteve resultados diferentes quanto a reprodução, sobrevivência, e desenvolvimento até o estágio de cypris. Estas diferenças acreditam-se que possam ter sido causadas pelos diferentes estágios de maturação em que os reprodutores se encontravam quando coletados, e que algumas práticas diferentes de manejo tenham alguma influência no resultado final.

Em estudos realizados por Qiu *et al.* (1997), foi observado o efeito de pequenas variações na alimentação no cultivo de *Balanus amphitrite* em laboratório, utilizando a microalga *Skeletonema costatum*, mostrando uma redução no tempo de desenvolvimento e aumento da sobrevivência quando utilizada alimentação com intervalo de 12 h, ou contínua, em comparação com alimentação com intervalos de 24 h.

Cracas da espécie *Elminius modestus*, foram cultivadas utilizando-se duas espécies de microalga, *Isochrysis galbana* e *Rhodomonas* sp, em diferentes constituições, mostrando que a utilização de alga de tamanho pequeno, *Isochrysis*, nas primeiras fases de cultivo e uso de uma microalga de um tamanho maior, *Rhodomonas*, em fases mais avançadas, produz melhores resultados quanto à sobrevivência e tempo de desenvolvimento em comparação com a utilização de uma única alga na alimentação, porém com a utilização de uma composição com as duas espécies de microalga, os resultados se apresentam mais satisfatórios (Stone, 1988).

Em um estudo comparativo do desenvolvimento do estágio larval de seis espécies de balanídeos, *Verruca stroemia*, *Chtamalus montagui*, *Elminus modestus*, *Semibalanus balanoides*, *Balanus creatus* e *Balanus perforatus* utilizando-se dez espécies de microalga na alimentação, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira wiesflogii*, *Chaetoceros calcitrans*, *Phaeodactylu tricorutum*, *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Micromonas pusilla*, *Rhodomonas* sp. e *Prorocentrum micans*, constatou-se que a espécie de microalga *S. costatum* proporciona as maiores taxas de sobrevivência no cultivo de *B. perforatus*, *B. creatus* e *S. balanoides*, e a menores taxas de sobrevivência no cultivo das espécies *Chtamalus montagui* e *Verruca stroemia* (Stone, 1989).

O desenvolvimento larval das espécies de balanídeos que ocorrem no Japão, *Megabalanus volcano* e *Megabalanus rosa*, foi estudado por Kado & Hirano (1994), que observou uma taxa de sobrevivência alta e período de desenvolvimento entre 6-7 dias, com pequena diferença no tempo de desenvolvimento dos estágios larvais entre as espécies.

Em nossas tentativas de cultivar *Balanus amphitrite* em laboratório, podemos observar o desenvolvimento dos náuplios até transformarem-se em cypris, que levou o equivalente a uma semana. Nas primeiras tentativas de realizar o cultivo deste cirrípede no Brasil, Lacombe & Monteiro (1972), utilizaram a microalga da espécie *Cyclotella nana*. Este estudo mostrou um desenvolvimento larval de 12 a 14 dias, apresentando uma taxa de sobrevivência de 60% ao final de três meses de cultivo.

Quanto às diferenças encontradas nos índices de sobrevivência durante o cultivo, acredita-se, que no primeiro cultivo, em virtude da pequena quantidade de larvas envolvida, os dados não sejam representativos, ainda que o declínio da sobrevivência nos sugira a falta de alguma condição para que as larvas pudessem completar seu desenvolvimento chegando ao estágio de cypris. No segundo cultivo o declínio gradativo da sobrevivência, como primeiro caso, indica que alguma condição fez com que as larvas não conseguissem completar seu desenvolvimento. Para ambos os casos, acredita-se que os reprodutores coletados em estágio de maturação não completo, poderia ter feito com as larvas fossem larvas mais frágeis e suscetíveis as condições adversas. No terceiro cultivo, onde não foi acompanhada a

sobrevivência, tivemos uma taxa de conversão de náuplios em cypris de 74%, o que nos mostra uma sobrevivência alta. Acredita-se que os reprodutores coletados para este cultivo estivessem maduros, e por isso suas larvas mais resistentes conseguiram completar o desenvolvimento até o estágio de cypris.

5.2 Avaliação do Efeito do Hipoclorito de Sódio na Fixação de Cracas

O experimento I revelou que concentrações de hipoclorito superiores a 5 ppm são letais para as cracas da espécie *Balanus amphitrite*, já a concentração de 0,5 ppm não é letal porém inibiu a fixação das larvas. As demais concentrações não são letais e a fixação foi inibida nos primeiros dias, com exceção de uma larva fixada na concentração de 0,1 ppm. Tal fato pode ter ocorrido devido ao fato de o hipoclorito ser volátil, e ter evaporado durante o experimento. Este experimento serviu para fixarmos valores bases para um novo experimento.

O experimento II nos mostrou que concentrações de hipoclorito superiores a 3 ppm são letais para as cracas da espécie *Balanus amphitrite*. As demais concentrações não se mostraram letais aos organismos, nem tão pouco inibiram sua fixação. O pequeno número de fixações e os baixos índices de sobrevivência, nos sugerem uma eficácia na atuação do hipoclorito, porém outros fatores podem estar contribuindo para estes resultados, tais como a volatilidade do hipoclorito, que pode ter reduzido as concentrações, mascarando os resultados, e também o fato de as larvas cypris já estarem duas semanas estocadas a 6°C na geladeira, o que pode ter influenciado no desempenho das larvas durante o experimento.

Experimentos utilizando cloração nas águas para o resfriamento da Madras Atomic Power Station, (Rajagopal *et al.*,1995), onde o molusco *Perna viridis* representa 88% dos organismos incrustantes, mostrou uma queda na ocorrência deste molusco nos dutos de água de 50%, utilizando-se uma concentração de 3 mg/l, o que resultou em um acúmulo residual de 1,4 mg/l na água, nos dois primeiros meses. No decorrer dos experimentos os níveis de cloro utilizados diminuíram, seguidos da diminuição das taxas residuais e diminuição na ocorrência do molusco *P. viridis* nos dutos de água.

Testes feitos para avaliação do efeito do hipoclorito sobre o zooplâncton marinho, mostraram que concentrações superiores a 0,6 ppm parecem produzir efeitos letais e sub-letais em organismos como copépodos e larvas de cirrípede (Calazans *et al.*,2002).

O experimento III apresenta dados pouco relevantes uma vez que sua realização foi em caráter de teste, com o intuito de testar um protótipo do sistema de fluxo contínuo, que será utilizado em experimentos futuros.

O sistema de fluxo foi descrito (Qian *et al.*, 2000) e com algumas modificações foi reproduzido para a utilização, testando diferentes velocidades de água na fixação de *Balanus amphitrite*. O sistema consiste de três tanques, um “reservatório”, de onde a água sai para um segundo tanque, tanque este onde foi anexado os tubos de vidro de 10mm para a utilização nas fixações, e um terceiro tanque para onde a água escorre do segundo e é bombeada para o reservatório.

Em testes feitos por estes autores, testou-se a fixação de *Hydroides elegans*, *Bulgula neritina* e *Balanus amphitrite* em tubos de diferentes materiais, como pvc, teflon, vidro e polietileno, com diferentes formatos, mostrando que a craca da espécie *Balanus amphitrite* é afetada significativamente pelos fatores testados.

6. Considerações Finais

A atividade de cultivo de *Balanus amphitrite*, a conhecida craca, não é nova no Brasil, tendo as primeiras tentativas de reprodução e acompanhamento larval em laboratório acontecido em 1973, no Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro.

No IEAPM é mais recente. A atual experiência (que teve minha participação direta), utilizou-se de técnicas de reprodução e cultivo já descritas em literatura específica, conseguindo-se resultados satisfatórios, seja no que se refere à reprodução como ao seu ciclo larval, desenvolvido por inteiro.

A utilização dessa espécie tem uma explicação, qual seja, trata-se de espécie, pode-se dizer um tanto quanto rústica, com capacidade de produção de um número elevado de larvas, ideal para esse tipo de experimento.

As técnicas de cultivo, relativas a essa espécie de cirrípede, estão completamente dominadas, pensando-se, em futuro próximo, realizar experimentos de cultivo com a espécie *Megabalanus coccopoma*, que, juntamente com a *Megabalanus tintinabulum*, são as espécies de maior ocorrência nas tubulações de resfriamento da Usina Nuclear Angra I, que utilizam água do mar (IEAPM/NUCLE).

Os testes, utilizando hipoclorito de sódio, apesar de preliminares, serviram para a fixação de valores base para futuros experimentos; mostrando, também, que a metodologia utilizada está correta, sendo indispensável para a realização de experiências futuras com o objetivo de equacionar de forma aceitável o problema da incrustação desses organismos vivos em tubulações que utilizam água do mar.

O sistema de fluxo contínuo desenvolvido no IEAPM, de acordo com as técnicas descritas por Quian (2000), apesar de ser um protótipo, mostrou-se eficaz, dando-nos a certeza de que, após as necessárias adaptações, constituir-se-á em ferramenta útil para os estudos desenvolvidos com o objetivo de controlar a ação in crustante em sistemas de resfriamento que utilizam água do mar.

7. Referências Bibliográficas

- BRANDÃO, F. E. do R., LEITE, N. F., Sistema de cloração de Angra I: cloro gasoso x hipoclorito de sódio, pp. 5.
- CALAZANS, S. H., SILVA F. F., COUTINHO R.(2002), Avaliação do efeito do hipoclorito no zooplâncton marinho, pp. 5.
- IEAPM, (2002), Informativo IEAPM, Vol. 1, pp. 4.
- IEAPM, (2003), A Ressurgência, Revista Anual do IEAPM , pp. 55.
- IEAPM/DEN, (2001), Avaliação das tintas antincrustantes atualmente empregadas pela Marinha do Brasil, pp. 6.
- IEAPM/NUCLEM, Projeto de otimização da eficiência de biocidas nos sistemas de água de circulação e serviço da usina de Angra I, pp. 24.
- KADO, R., HIRANO, R. (1994) Larval development of two Japanese megabalanine Barnacles, *Megabalanus volcano* (Pilsbry) and *Megabalanus rosa* (Pilsbry) (Cirripedia, Balanidae), reared in the laboratory. *J. Exp Mar Biol Ecol* 175, pp. 17-41.
- LACOMBE, D., MONTEIRO, W. (1972) Desenvolvimento larvário de balanídeos em laboratório – *Balanus amphitrite* (var. *amphitrite*). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz fasc. 2.
- LEITE, N. L., (1999) Efeitos da incrustação de macrorganismos sobre materiais de centrais nucleares que utilizam água do mar nos sistemas de refrigeração, pp.68.
- QIAN, P. Y., RITTSCHOF, D., SREEDHAR, B. (2000) Macrofouling in unidirectional flow: miniature pipes as experimental models for studying the interaction of flow and surface characteristics on the attachment of barnacle, bryozoan and polychaete larvae. *Mar Ecol Prog Ser* 207, pp. 109-121.
- QIU, J. W., GOSSELIN, L. A., QIAN, P. Y. (1997) Effects of short-term variation in food availability on larval development in the barnacle *Balanus amphitrite amphitrite*. *Mar Ecol Prog Ser* 161, pp. 83-91.
- RAJAGOPAL, S., NAIR, K.V.K., AZARIAH, J., van der VELDE, G., JENNER, H. A. (1995) Chlorination and Mussel Control in the Cooling Conduits of a Tropical Coastal Power Station

- STONE, C. J. (1988) Test of sequential feeding regimes for larvae of *Elminus modestus* Darwin (Cirripedia : Balanomorpha). J. Exp Mar Biol Ecol 115, pp. 41-51.
- STONE, C. J., (1989) A comparison of algal diets for cirripede nauplii. J. Exp Mar Biol Ecol 132, pp. 17-40.

8. Conclusão

O estágio, que compreendeu um período de três meses completos, foi desenvolvido em tempo integral, de acordo com o expediente do Instituto.

Minha participação do estagiário deu-se em trabalhos desenvolvidos em laboratório, pesquisas de campo, normalmente nas águas de Arraial do Cabo e interiores da Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, além de atividades de rotina do Instituto, onde também fiquei instalado, e outras, eventuais, como o caso da passagem de Comando. Como já foi dito, o IEAPM é uma organização militar da estrutura orgânica da Marinha do Brasil.

Os trabalhos foram desenvolvidos sob a supervisão direta do responsável pelo Setor de Bioincrustação, que também foi o orientador científico do Estágio. Trata-se de profissional de muito preparo e de extrema competência.

O IEAPM, local onde foi desenvolvido o Estágio, está localizado na aprazível Arraial do Cabo, município litorâneo do Estado do Rio de Janeiro, na região conhecida como dos Lagos, pólo turístico daquele Estado.

Suas instalações são de ótima qualidade e dotadas de laboratórios bem equipados, com totais condições para o desenvolvimento de pesquisas específicas, para o cumprimento da missão atribuída pela Marinha do Brasil, além de outras, contribuindo para o desenvolvimento da ciência.

O corpo técnico e administrativo está devidamente capacitado e as pesquisas desenvolvidas são consideradas de excelente nível.

As acomodações e condições de trabalho podem ser consideradas de bom nível, assim, quem lá estagia ou desenvolve pesquisas pode fazê-lo de forma plena.

O Estágio foi desenvolvido com o acompanhamento constante de profissional do Instituto, que nunca se furtou a transmitir conhecimentos e ficando à disposição a todo o momento para esclarecimento de quaisquer dúvidas ou solução de problemas que foram surgindo no decorrer do tempo.

Todo o desenvolvimento do Estágio foi adequado, exceto nos primeiros dias em que a ação do Instituto esteve mais voltada à passagem de Comando, diminuindo de ritmo as pesquisas.

A estrutura do Instituto, e seu capacitado corpo técnico-científico contribuíram para o desenvolvimento das atividades de forma exemplar, colocando-se em prática muitos dos conhecimentos adquiridos em sala de aula e dando oportunidade de serem adquiridos outros em áreas não tão exploradas ao longo do curso.

No meu caso específico, tive a sorte de conseguir realizar o Estágio numa instituição que cobriu despesas com hospedagem e alimentação, não havendo por isso necessidade de ingerência da Universidade, o que seria interessante haja vista ser o mesmo obrigatório. Há que se ter um cuidado maior com o estagiário que necessita suprir suas necessidades, no meu caso, felizmente, isto foi resolvido, conforme relatado acima, contando, também, com a ajuda de meus familiares.

No geral, pode-se afirmar que a experiência foi coroada de pleno êxito, devendo-se destacar: a obtenção de novos conhecimentos dentro e fora de minha área de formação; abertura de novos horizontes profissionais; o aspecto eminentemente técnico-científico com que são conduzidas as pesquisas no Instituto; as excelentes condições de trabalho; e a logística dando suporte à pesquisa.

Deve-se, finalmente, ressaltar que a rotina militar, com toda a sua cultura, por vezes dificulta o melhor desenvolvimento das pesquisas e impõe um tratamento diferenciado a quem lá chega na condição de "*paisano*".