

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAMILLA BEATRITSE BEZERRA BISPO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS EFEITOS DE TINTA COMERCIAL ANTI-  
INCRUSTANTE E DE EXTRATO NATURAL DE MAMONA SOBRE A  
INCRUSTAÇÃO DE BRIOZOÁRIOS**

**PONTAL DO PARANÁ**

**2010**

CAMILLA BEATRITSE BEZERRA BISPO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS EFEITOS DE TINTA ANTI-INCRUSTANTE  
COMERCIAL E DE EXTRATO NATURAL DE MAMONA SOBRE A  
INCRUSTAÇÃO DE BRIOZOÁRIOS**

Monografia apresentada à disciplina estágio supervisionado I, como requisito parcial à conclusão do curso de Graduação em Oceanografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Professor Dr. Paulo da Cunha Lana

**PONTAL DO PARANÁ**

**2010**

Este trabalho foi formatado de acordo com as normas da revista Helgoland Marine Research visando futura publicação.

*A minha amada mãe que nunca me deixou  
desistir dos meus sonhos, e a minha avó  
maravilhosa que tanto admiro e amo.*

## **Agradecimentos**

Agradecer é o mínimo que posso fazer por todas e todos que me apoiaram, e de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

Primeiramente agradeço a Deus, aos Deuses e a todas as boas energias, que nos proporcionam todos os dias as mais belas coisas da vida, que nos acompanha e nos guia em todos os lugares e em todas as formas, nos faz descobrir a imensa força que temos dentro da gente, mesmo nos dias de maior dificuldade, nos mostra que o amor e a felicidade que tanto almejamos está dentro da gente, e mais importante nos dá a opção de sermos realmente HUMANOS.

Mãe, minha Mãe... Com certeza a pessoa mais especial na minha vida, que merece todos os agradecimentos do mundo, por ser minha amiga, meu exemplo de mulher guerreira, batalhadora, minha Mãe, minha vida. Muito obrigada, muito obrigada por acreditar em mim, por nunca me deixar desistir dos meus sonhos, por sempre tentar me mostrar o lado positivo das coisas, por ter me proporcionado chegar à universidade, por ter me acompanhado, mesmo que distante, em todos os momentos, por ser a minha Mãe. Uma pessoa que Amo muito mais que todos os elevadores desse mundo, Ti amo!!!

A minha vó, linda, maravilhosa que amo tanto, obrigado por me amar imensamente, pelos conselhos, pelas brincadeiras incessantes antes de dormir, pelas comidas maravilhosas, obrigada por tudo que fez e faz por mim. Muito obrigada...

Tia Rita, Tio Marcos, Tia Madrinha e Padrinho e João Francisco obrigada pelos conselhos, pela força, aprendizados, doces maravilhosos (Tia Rita), conversas. Amo por demais vocês.

Meu irmão João Felipe, obrigada por existir, pelas brincadeiras, passeios, pelas brigas (que me mostra o quanto ainda preciso ter paciência..hahaha), e que quase todos os dias me pergunta quando vou pra casa, pois está com saudades. Te amo.

Minha cachorra Aradia, que todas as horas do dia são uma festa, não importa se chego as 4 da manhã em casa depois de meses sem aparecer. Te amo demais.

Obrigada Família por tudo, Amo vocês...

Agradeço a Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de estudar em uma universidade pública e de qualidade, que contribuiu para o meu amadurecimento e me mostrou o caminho da realização de sonhos, e o quanto podemos fazer para ser uma pessoa melhor.

Agradeço a todos os professores que foram fundamentais para o meu desenvolvimento, muitos me mostrando como não devo ser e outros mostrando a importância de/do ser, obrigada pelas conversas, conselhos, experiências e ensinamentos.

Obrigada Professora Doutora Laís Vieira Ramalho, pela ajuda com o difícil mundo dos briozoários, pelas dicas, conselhos, conversas científicas ou não, bibliografias, paciência, por me hospedar em sua casa, por acreditar, por com certeza ser mais que uma orientadora, uma amiga, obrigada também Davi, Loa, Diana e Pipoca.

Ao Professor Doutor Paulo da Cunha Lana, por aceitar o desafio de ser meu orientador, persistindo no projeto mesmo com as dificuldades, obrigada pelas conversas e ensinamentos.

A Professora Doutora Rosana Moreira da Rocha, por aceitar participar da banca e por ajudar em parte da metodologia.

Ao Mestre Leonardo Sandrini por me ajudar com problemas estatísticos e também por aceitar o convite para participar da banca.

Aos barqueiros Josias, Abraão, Ronei pelos conselhos, conversas, ajuda e esforço durante as coletas, que com certeza não foram fáceis, mas sem vocês com certeza não teria sido possível. Josias obrigada pela mega força que deu para o trabalho acontecer, e principalmente ao apoio que me deu nos momentos mais difíceis.

Ao Moises e seu Raul, pelos conselhos e trabalho de me ajudar com as estruturas do experimento.

A Rutinha, pelo apoio e incansáveis telefonemas para resolver coisas do projeto e da faculdade, muito obrigada.

Ao Conrado, que em um fim de tarde estressante me ajudou a montar as estruturas.

Ao Vicente da K&B Revestimentos e Impermeabilizantes, por ter cedido o extrato de mamona para a realização do experimento.

Ao Francisco da Akzo Nobel, pela confiança e por ter cedido às tintas para realização do experimento.

Aos seguranças do Centro de Estudos do Mar, pelo apoio e conversas durante esses cinco anos.

Ao Professor Doutor Maurício Camargo, pela amizade, e pela paciência de tentar me ensinar a não querida estatística, por tardes inteiras de R, por ser uma pessoa maravilhosa e esforçada e que entrou mesmo sem conhecer muito no mundo maravilhoso do escotismo, com certeza um exemplo de professor e pessoa que levarei por toda vida, muito obrigada.

Ao José Hugo (Zé) e ao Marco, por nas piores horas me ajudarem com a estatística.

Ao Rafael (mineiro), Raquel, Bruna, Camila, Allan, Batata, Leco, Zé e Tuan pela força e ajuda nas coletas.

Ao Bruno e a Byanca, por ceder os dados do Ferry Box.

Ao Felipe (Batata), pelas conversas, coletas, cilindros e lastros emprestados durante o experimento.

Ao pessoal do laboratório de Bentos, pelas conversas, dicas, auxílios, muito obrigada. Verônica, por dividir sua lupa querida comigo, pelas conversas, coletas, obrigada.

A Maria Angélica por ter me iniciado nos estudos com os briozoários.

A Sarah, pela amizade, companheirismo, conversas, conselhos, e por me agüentar por tanto tempo, dividindo aluguel, contas, doces (muitos doces), lágrimas, risos, felicidades, dificuldades, stress, loucuras, cantorias, manias. Obrigada pela paciência e força. Sua amizade é mais que importante para mim, e não importa o que os outros dizem, você é uma pessoa sensacional e maravilhosa. Te amo...

Ao Rafael (mineiro/buxudu), uma pessoa muito especial que amo demais, obrigada pela amizade ao longo desses cinco anos, pela confiança, brincadeiras, gritarias, conselhos, conversas (muitas conversas), risadas (muitas risadas), companheirismo. Meu buxudu mais querido dessa vida, muito obrigada por todos os momentos únicos e maravilhosos, regados de muitos ataques de riso.

A Raquel, muito obrigada pela amizade, companheirismo, conselhos, conversas, confiança, e pela força.

A Marina, pela amizade, conversas, força e doces (muitos doces).

A Sarah, Mineiro, Raquel e Marina muito obrigada pelas correções e dicas da monografia, com certeza sem vocês teria sido muito mais difícil.

A Iene (Tia), muito obrigada pela amizade, confiança, força, pelas comidas maravilhosas, açaís, tapiocas, pastéis. Obrigada por me ajudar em todos os momentos, por me ouvir e me aconselhar. Por todos os abraços e palavras amigas nos momentos que eu mais precisava. Obrigada por todo apoio, carinho e puxões de orelha. Te amo...

Ao Luiz Gustavo (Greengo), obrigada pela amizade, companheirismo, conversas, experiências. Uma pessoa muito importante e especial.

A Professora Doutora Lilian Medeiros de Mello, pela amizade, confiança e inúmeras conversas.

A Andresse, pela amizade, conversas, passeios e com certeza por compartilhar os sábados no escoteiro, como chefes e amigas.

A todos os amigos de Pontal, obrigada pelas conversas, risadas, festas, praia...

Amigos é a família que nós escolhemos, e sem eles certamente a vida não tem cores nem gostos, Aos amigos muito obrigada.

Ao Grupo Escoteiro do Mar Pontal, pela oportunidade de continuar minha caminhada na vida escoteira, o escotismo sem dúvidas contribuiu muito para o meu desenvolvimento. Despertando meu amor pela vida, pela natureza e pelo próximo. Respeitando a todas as formas de vida, tentando sempre despertar o respeito nas pessoas, pois sem isso nunca conseguiremos melhorar o mundo. Aos meus escoteiros, muito obrigada pelos maravilhosos sábados à tarde, que me deram força e energia para prosseguir no meu caminho. Amo todos vocês...

Aos distantes melhores amigos...

Ao Tiago, pela imensa amizade, companheirismo, horas de conversa ao telefone, noites mal dormidas, muito obrigada por existir, ter paciência e respeitar minhas escolhas onde quer que eu esteja. Obrigada por torcer por mim, por me fazer rir no dia que foi feito para chorar, por não se esquecer de mim mesmo estando a km de distância, te amo...



A Sylvia minha Toddynha, muito obrigada pela amizade, confiança, por noites de muita conversa e pouco sono, pelos esforços de me ver quando estou em SP, muito obrigada por tudo, Te amo muito...

Ao Ramon, que Amo muito, obrigada pela amizade, brincadeiras, longos passeios de ônibus, pelas conversas, carinhos e risadas. E também por não se esquecer de mim mesmo estando a km de distância.

O que seria de mim sem os melhores dos melhores amigos.

Ao Arthur e a Edylaine, pela força no início da faculdade, pelas conversas, churrascos, jogos, puxões de orelha, risadas, conselhos, muito obrigada, amo demais vocês.

A todas as mulheres da Associação de Mulheres Florescer de Pontal do Sul, pelo acolhimento, pelas conversas, ajudas, força e com certeza pela oportunidade de lutar pelos direitos de todos e principalmente da mulher. Obrigada por me integrar cada vez mais a essa comunidade que só tenho a agradecer.

E claro obrigada a Pontal do Sul, esse balneário que por mais que tenha vários problemas é um lugar maravilhoso de se morar e que a cada dia me conquista mais e mais.

Ao CNPQ pela bolsa cedida durante o último ano de faculdade.

E com certeza, muito obrigada ao Mar e todas as suas formas de vida por sua beleza e inspiração, a Lua minha guia por toda existência e a Vida maravilhosa que tenho.

Só tenho a agradecer a cada dia, por tudo que tenho e por poder acreditar que ainda existem boas pessoas.

NAMASKAR

*“Sem Sonhos as perdas se tornam insuportáveis,  
as pedras do caminho se tornam montanhas,  
os fracassos se transformam em golpes fatais.*

*Mas se você tiver grandes sonhos...  
seus erros produzirão crescimento,  
seus desafios produzirão oportunidades,  
seus medos produzirão coragem...*

*O mundo está nas mãos  
daqueles que tem coragem  
de sonhar e correr o risco  
de viver seus sonhos...”*

## RESUMO

O desenvolvimento de técnicas anti-incrustantes naturais, pouco lesivas ao ambiente, é fundamental para o avanço sustentável de todos os setores da navegação marinha. Tintas anti-incrustantes de uso comercial que utilizam compostos à base de estanho são reconhecidamente lesivas ao meio ambiente, apesar de sua eficácia. Uma alternativa possível pode ser encontrada no extrato de uma planta abundante no Brasil, a mamona *Ricinus communis* L., que apresenta um potencial efeito anti-incrustante natural em ambientes aquáticos continentais. O presente estudo teve por objetivo a comparação da eficácia de tinta anti-incrustante comercial e de extrato natural de mamona no controle da incrustação de briozoários próximo ao setor portuário da Baía de Paranaguá, por meio de um teste experimental de curta duração (100 dias). Foi testada a hipótese de nulidade de que não deverão ser esperadas diferenças significativas na taxa de incrustação de briozoários em substrato tratado com tinta anti-incrustante e substrato tratado com extrato de mamona. O experimento consistiu na análise comparativa dos níveis de incrustação de briozoários em placas de poliestireno submersas e submetidas a distintos tratamentos experimentais (controle, extrato de mamona e tinta comercial). A porcentagem de cobertura total (correspondendo a todas as espécies de briozoários encontradas), a porcentagem de cobertura de cada uma das cinco espécies mais abundantes e o número de espécies foram comparados com testes paramétricos com o intuito de identificar diferenças significativas entre tratamentos. Quinze espécies de briozoários foram registradas, com dominância numérica de *Biflustra savartii*, *Sinoflustra* sp, uma espécie não identificada da família Bitectiporidae, *Savignyella lafontii* e *Membraniporopsis tubigera*. Considerando-se a comunidade como um todo, o extrato de mamona mostrou-se eficiente como anti-incrustante apenas nos primeiros 20 dias de experimento. Por outro lado, mostrou-se eficiente para o controle da espécie *M. tubigera* ao longo de todo o experimento. Estas evidências sugerem que a eficácia do produto pode ser aumentada pelo uso de compostos estabilizadores que reduzam a taxa de diluição ou dissolução do extrato de mamona em ambiente marinho. Diferenças na profundidade de instalação influenciaram consideravelmente a incrustação das placas, o que reforça a necessidade de padronização em futuros experimentos.

## ABSTRACT

The development of natural and environmental friendly antifouling techniques, is essential to achieve a sustainable development of the marine transport sector. Antifouling paints that use tin compounds are known to be harmful to the environment, despite their effectiveness. A possible alternative may be found in extracts of the castor bean *Ricinus communis* L., which has presented antifouling properties in freshwater ecosystems. We have tested the efficacy of a commercial paint and the natural extract of castor bean for the control of bryozoan incrustation near the harbour sector of Paranagua Bay, through a short-time experimental test (100 days). We tested the null hypothesis that no significant differences should be found in the percent cover of fouling bryozoans between substrates treated with antifouling paint and extract of castor beans. The experiment was based on the comparative analysis of incrustation levels in polystyrene plates submerged and subjected to different treatments (control, extract of castor bean and commercial paint). Differences in total cover percentage (all recorded species of bryozoans), the cover percentage of each of the five most abundant species and species number were tested with parametric tests. Fifteen species of bryozoans were recorded, with the numerical dominance of *Biflustra savartii*, *Sinoflustra* sp, an unidentified species of the family Bitectiporidae, *Savignyella lafontii* and *Membraniporopsis tubigera*. Differences in the depth of installation considerably influenced biological incrustation, which reinforces the need for standardization in future experiments. Considering the community as a whole, the extract of castor beans presented antifouling properties only in the first 20 days of experiment. However, the extract was effective in controlling *M. tubigera* throughout the experiment. We suggest that the effectiveness of the natural product can be increased by adding stabilizing compounds which may reduce the dilution or dissolution rates of the extract of castor beans in the marine environment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da desembocadura da Baía de Paranaguá. Local do experimento em destaque com círculo.....	19
Figura 2 - Local de instalação das estruturas experimentais.....	20
Figura 3 - Estrutura de fixação das placas para o experimento.....	21
Figura 4 - Estruturas com placas dos tratamentos controle, extrato de mamona e tinta anti-incrustante, respectivamente.....	22
Figura 5 - Média ( $\pm$ erro padrão, n=5) da porcentagem de cobertura total e das cinco espécies dominantes entre tratamentos, nos tempos considerados.....	25
Figura 6 - Média ( $\pm$ erro padrão, n=5) no número de espécies entre tratamentos, nos tempos considerados.....	27
Figura 7 - Análise de proximidade (nMDS) avaliando as variações das incrustações das espécies entre os tratamentos (controle e extrato de mamona).....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies de briozoários registradas ao longo do experimento.....	24
Tabela 2 - A- Resultados da análise de variância das porcentagens de cobertura total, espécie <i>Biflustra savartii</i> , espécie não identificada da família <i>Bitectiporidae</i> , espécie <i>Savignyella lafontii</i> entre os tratamentos (controle, extrato de mamona e tinta) e tempo (T <sub>20</sub> , T <sub>40</sub> , T <sub>60</sub> , T <sub>80</sub> e T <sub>100</sub> dias). $\alpha=0,05$ . B- Resultados do teste a posteriori SNK para porcentagem de cobertura total, sendo tinta (T), extrato de mamona (M) e controle (C). O símbolo “=” indica $p>0,05$ e “<” indica $p<0,05$ .....	26
Tabela 3 - A- Resultados da análise de variância da porcentagem de cobertura da <i>Sinoflustra</i> sp e <i>Membraniporopsis tubigera</i> entre os tratamentos (controle, extrato de mamona e tinta) e tempo (T <sub>20</sub> , T <sub>40</sub> , T <sub>60</sub> , T <sub>80</sub> e T <sub>100</sub> dias). $\alpha=0,05$ . B- Resultados do teste a posteriori SNK, sendo tinta (T), extrato de mamona (M) e controle (C). O símbolo “=” indica $p>0,05$ e “<” indica $p<0,05$ .....	27
Tabela 4 - A- Resultados da análise de variância do número de espécies entre os tratamentos (controle, extrato de mamona e tinta) e tempo (T <sub>20</sub> , T <sub>40</sub> , T <sub>60</sub> , T <sub>80</sub> e T <sub>100</sub> dias). $\alpha=0,05$ . B- Resultados do teste a posteriori SNK, sendo tinta (T), extrato de mamona (M) e controle (C). O símbolo “=” indica $p>0,05$ e “<” indica $p<0,05$ .....	28
Tabela 5 - Resultados da análise multivariada PERMANOVA para avaliar variações nas incrustações das espécies entre os tratamentos (extrato de mamona e controle) e tempo (T <sub>20</sub> , T <sub>40</sub> , T <sub>60</sub> , T <sub>80</sub> e T <sub>100</sub> dias). $\alpha=0,05$ .....	29
Tabela 6 - Resultados do teste a posteriori para interação entre tratamentos e tempos.....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	18
2.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E PROCEDIMENTOS DE CAMPO.....	20
2.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO.....	22
2.4 PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	22
<b>3 RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 INCRUSTAÇÃO DE ESPÉCIES.....	23
3.2 VARIAÇÕES NAS PORCENTAGENS DE COBERTURA.....	24
3.3 VARIAÇÕES NO NÚMERO DE ESPÉCIES.....	27
3.4 VARIAÇÃO NA ESTRUTURA DAS ASSOCIAÇÕES DE BRIOZOÁRIOS.....	28
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A progressiva ocupação de áreas costeiras, com um maior número de portos, marinas, plataformas, atracadouros, tubulações e circulação de navios, aumentou a disponibilidade de substrato para organismos marinhos incrustantes. A fixação de organismos em qualquer material exposto ao ambiente marinho é conhecida como *fouling* (ABARZUA & JAKUBOWSKI, 1995; NEBOT *et al.*, 2007). Instantes após o contato com a água, inicia-se a deposição de proteínas e polissacarídeos, condição para a fixação de bactérias, diatomáceas e protozoários que formam um biofilme denominado *microfouling*. Em seguida, há o assentamento de larvas de invertebrados e esporos de algas, seguindo-se a colonização por cracas, tunicados, poliquetas, hidróides e briozoários (HENRIKSON & PAWLIK, 1995; KEOUGH & RAIMONDI, 1996; DALTON & MARCH, 1998; CHAMBERS *et al.*, 2006) que em conjunto formam o denominado *macrofouling*.

Entre os principais representantes destas incrustações biológicas estão os briozoários, um dos grupos de invertebrados mais diversos e abundantes, com cerca de 6000 espécies viventes (SOULE *et al.*, 1995; TAVORA, 2004). Apesar da sua relevância, apenas uma pequena parte da biodiversidade global desses organismos é conhecida, estimando-se que o número existente de espécies seja duas vezes maior do que aquelas atualmente descritas (TAYLOR & WEEDON, 2000). Estes pequenos lofoforados sésseis formam colônias incrustantes ou eretas e ocorrem em todas as latitudes desde a região entremarés até grandes profundidades. São geralmente suspensívoros e se assentam com frequência em substratos duros naturais ou artificiais (RYLAND, 1970; RAMALHO, 2006). Algumas espécies como *Bugula neritina*, *Schizoporella errata*, *Watersipora subtorquata* e *Zoobotryon verticillatum* causam sérios problemas, obstruindo canos do sistema de resfriamento de embarcações e usinas (RYLAND, 1970). Danos podem ser até mesmo causados à pesca, como ocorreu recentemente na Nova Zelândia e no Brasil com os arribamentos costeiros massivos de *Membraniporopsis tubigera*, que afetaram a pesca de arrasto e trouxeram prejuízos para os pescadores artesanais (GORDON *et al.*, 2006).

As incrustações biológicas prejudicam o desempenho da navegação, aumentando o atrito das embarcações com a água, o gasto de combustível, a



emissão de CO<sub>2</sub> e a frequência de docagens para limpeza (SILKINA *et al.*, 2009; TURNER, 2010). Isto acarreta o investimento de bilhões de dólares anualmente para controle e limpeza de estruturas submersas (YEBRA *et al.*, 2004).

A busca por substâncias anti-incrustantes remonta ao início das navegações com o aparecimento dos primeiros problemas do *fouling*. Cera, piche, alcatrão, betume, chumbo, mercúrio e arsênio foram utilizados como controle por muito tempo (YEBRA *et al.*, 2004; CHAMBERS *et al.*, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2007). A primeira tinta anti-incrustante foi baseada na idéia de dispersão de uma substância tóxica potente em um aglutinante polimérico em meados do século 19. No entanto o pigmento usado nessa tinta era altamente corrosivo e prejudicava os cascos das embarcações (ALMEIDA *et al.*, 2007).

Compostos organo-estânicos começaram a fazer parte de tintas anti-incrustantes por volta de 1950. O tributilestanho (TBT) foi a base usada para estas tintas, devido à sua alta eficiência anti-incrustante (GODOI *et al.*, 2003; YEBRA *et al.*, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2007), impedindo as larvas de assentar. Por outro lado, esse composto tem impactos tóxicos crônicos, contaminando organismos e passando por bioacumulação na cadeia trófica, com evidentes implicações para a saúde humana (ABARZUA & JAKUBOWSKI, 1995; BERTO *et al.*, 2007; ROBERTS & TSAMENYI, 2008). Causa o afinamento das conchas das ostras, imposex (desenvolvimento de características masculinas em fêmeas) e deficiência no sistema imunológico de peixes (GODOI *et al.*, 2003; CHAMBERS *et al.*, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2007). Devido aos danos ambientais, o uso do TBT está proibido desde 1998 pela Organização Marítima Internacional (IMO 2002). Seu uso foi legalmente permitido no Brasil só até 2010, de acordo com estas normativas da Organização Marítima Internacional. Tintas anti-incrustantes com óxido de cobre e zinco e biocidas orgânicos intensificadores (triazinas, isotiazolonas, ditiocarbamatos) vêm sendo utilizadas como alternativa ao TBT, mas seus efeitos de curto e longo prazo sobre os organismos permanecem pouco conhecidos (GODOI *et al.*, 2003; DI LANDA *et al.*, 2006).

A proibição do uso de organo-estânicos intensificou a procura por novos produtos (YEBRA *et al.*, 2004), principalmente compostos naturais extraídos dos próprios organismos marinhos, como esponjas, ascídias, bactérias, moluscos,

briozoários, equinodermos e algas (TAYLOR & ZHENG, 1995; HELLIO *et al.*, 2001; HOLMSTRÖM *et al.*, 2002; BARBOSA *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2007; SILKINA *et al.*, 2009; XU *et al.*, 2010) ou ainda ácido acético ou resinas de plantas como tanino de castanha, mimosa e papaína sem adição de compostos químicos sintetizados (STUPAK *et al.*, 2003; FORREST *et al.*, 2007).

O desenvolvimento de técnicas anti-incrustantes naturais, pouco lesivas ao ambiente, é fundamental para o avanço sustentável de todos os setores da navegação marinha. Uma solução possível pode ser encontrada no uso da mamona *Ricinus communis L.*, uma planta abundante no Brasil. Os extratos desta planta apresentam um potencial efeito anti-incrustante natural (FERREIRA & ALMEIDA, 1999). Se comprovada a sua eficiência sobre a incrustação de briozoários em ambientes marinhos, sua aplicação poderá assumir relevância econômica e ambiental.

O presente estudo teve por objetivo a comparação da eficácia de tinta anti-incrustante comercial e de extrato natural de mamona no controle da incrustação de briozoários próximo ao setor portuário da Baía de Paranaguá, por meio de um experimento manipulativo. Foi testada a hipótese de nulidade de que não deverão ser esperadas diferenças significativas na taxa de incrustação de briozoários em substrato tratado com tinta anti-incrustante e substrato tratado com extrato de mamona.

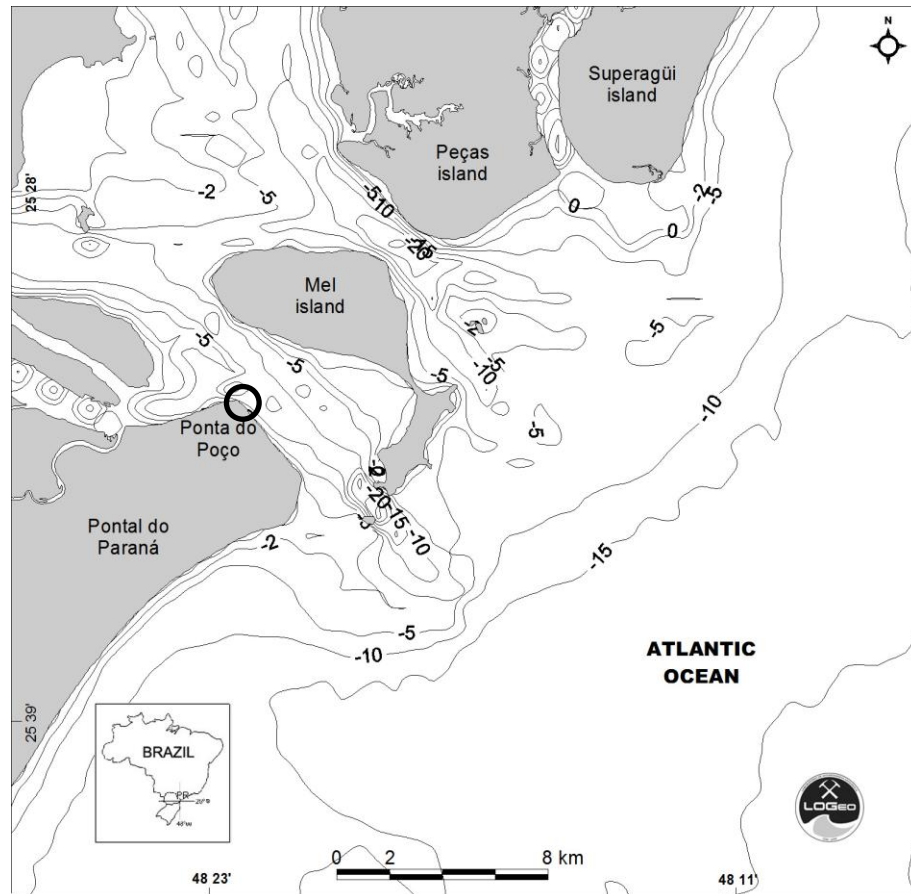
## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

A área do experimento está localizada no setor euhalino da Baía de Paranaguá (Figura 1), com salinidade média acima de 30. As temperaturas variam de 23 a 30°C no verão e 18 a 25°C no inverno, com clima do tipo pluvial temperado marcado por chuvas em todos os meses do ano, com períodos mais úmidos no verão e mais secos no inverno (LANA *et al.*, 2001; MARONE *et al.*, 2005)

É um local de alta energia, com predominância de fundos arenosos devido à alta velocidade das correntes de maré, que não permitem a deposição de

sedimentos finos (LAMOUR *et al.*, 2004). As velocidades das correntes de maré na região variam de 80cm/s a 110 cm/s, com elevada taxa de renovação da água. As amplitudes de maré variam de 1,3 m na quadratura a 1,7 m na sizígia (MARONE *et al.*, 2005).



**Figura 1. Mapa da desembocadura da Baía de Paranaguá. Local do experimento em destaque com círculo**

A fauna bêntica neste setor é considerada pouco diversa quando comparada com áreas adjacentes, devido às características sedimentológicas do local (ANGULO *et al.*, 2008). A Baía de Paranaguá abriga cerca de 200 espécies de peixes (dentre eles 66 comercialmente importantes), mais de 300 espécies de aves, além de golfinhos, tartarugas e pingüins, que vivem na região ou ali vêm para se alimentar (LANA *et al.*, 2001; MARONE *et al.*, 2005).

A Baía de Paranaguá possui elevada relevância por seu papel de sustentação de serviços ecológicos e por abrigar atividades econômicas como pesca, turismo e portuárias (IPARDES, 1989). O porto de Paranaguá é um dos mais

importantes portos exportadores de grãos da América do Sul (MARONE *et al.*, 2005). Esta atividade implica uma grande movimentação de navios na região e um elevado potencial para o desenvolvimento de incrustações biológicas e a eventual colonização por espécies exóticas.

## 2.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E PROCEDIMENTOS DE CAMPO

O experimento consistiu na análise comparativa dos níveis de incrustação de briozoários em placas de poliestireno submersas e submetidas a distintos tratamentos experimentais (controle, extrato de mamona e tinta comercial) por um período de cem dias.

As estruturas experimentais foram instaladas em 28 de fevereiro de 2010, em um píer de concreto no setor externo sul da Baía de Paranaguá (Figura 2), região projetada para instalação do futuro Porto Pontal.



**Figura 2. Local de instalação das estruturas experimentais**

As estruturas verticais de sustentação das placas eram compostas por seis barras de PVC de 1,5 m de comprimento, dispostas horizontalmente e amarradas por cordas laterais de PET (Figura 3). As estruturas foram mantidas submersas por dois pesos de concreto fixados às extremidades inferiores das cordas. As extremidades superiores foram amarradas em canos de ferro já existentes no píer.

Cada estrutura foi colocada a uma distância de 150 metros uma da outra, em uma profundidade variável de dois a cinco metros.



**Figura 3. Estrutura de fixação das placas para o experimento**

Cada tratamento continha cinquenta placas quadradas de poliestireno preto (12 cm de lado por 0,3 de espessura), disposta em grupos de oito ou nove, ao longo das barras de PVC.

Todas as placas foram previamente lixadas para aumentar a rugosidade da superfície e fixadas perpendicularmente às barras de PVC com braçadeiras de plástico (Figura 4). As placas do tratamento com anti-incrustante natural utilizaram uma base de Resina Poliuretana derivada do extrato de mamona, cedido pela Empresa K&B Revestimentos e Impermeabilizantes Naturais. As placas do tratamento à base de tinta anti-incrustante utilizaram um produto comercial da marca International, cedida pela empresa AkzoNobel Brasil. Placas de ambos os tratamentos receberam duas camadas dos produtos anti-incrustantes na face frontal, sem contato direto com a barra de sustentação. As placas do tratamento controle não sofreram qualquer intervenção adicional, além de serem lixadas e fixadas à estrutura de sustentação. As estruturas foram submersas após 24 horas de secagem das placas.





**Figura 4. Estruturas com placas dos tratamentos controle, extrato de mamona e tinta anti-incrustante, respectivamente**

Cinco placas de cada tratamento foram aleatoriamente escolhidas (por sorteio) e retiradas por mergulho autônomo em cinco datas sucessivas após a instalação (T<sub>20</sub>, T<sub>40</sub>, T<sub>60</sub>, T<sub>80</sub> e T<sub>100</sub> dias), com a finalização do experimento em 08 de junho de 2010.

### 2.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

Após cada coleta, as placas eram separadas por tratamento e acondicionadas em recipientes plásticos contendo água do local de coleta. Em laboratório eram mantidas em uma incubadora climatizada, e examinadas sob microscópio estereoscópico, utilizando uma grade quadriculada de 12 por 12 cm, com 121 subdivisões de aproximadamente 0,9 por 0,9 cm e 100 intersecções. A porcentagem de cobertura foi estimada a partir da observação de todas as intersecções, atribuindo 1% de taxa de cobertura a cada intersecção de um ponto com uma colônia. Para evitar ou minimizar os efeitos de borda não foram contadas as colônias a menos de 1 cm das margens das placas. As colônias foram examinadas em microscópio para identificação das espécies ao menor nível taxonômico possível e posteriormente conservadas em álcool 70%.

### 2.4 PROCESSAMENTO DOS DADOS

A porcentagem de cobertura total (correspondendo a todas as espécies de briozoários encontradas), a porcentagem de cobertura de cada uma das cinco

espécies mais abundantes e o número de espécies foram comparadas com testes paramétricos com o intuito de identificar diferenças significativas entre tratamentos. A normalidade e a homocedasticidade dos dados foi previamente testada através do teste Shapiro Wilk e Bartlett, respectivamente. Entretanto devido à grande quantidade de valores zero, os dados não apresentaram normalidade nem homocedasticidade. Foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) bi-fatorial sem transformação dos dados, com a seguinte estrutura: tratamento (3 níveis – controle, extrato de mamona e tinta anti-incrustante; fixo e ortogonal) e tempo (5 níveis – T<sub>20</sub>, T<sub>40</sub>, T<sub>60</sub>, T<sub>80</sub> e T<sub>100</sub>; fixo e ortogonal). Quando constatadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ), foi aplicado o teste *a posteriori* Student-Newman-Keuls (SNK).

Para avaliar a variação na estrutura das associações de briozoários foram utilizados apenas os dados dos tratamentos controle e extrato de mamona, por não ter ocorrido qualquer variação no tratamento tinta (sem incrustação biológica). Foi realizada a análise de variância multivariada permutacional (ANDERSON, 2001), no programa PERMANOVA, versão 1.6 (ANDERSON, 2005), utilizando uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis, com dados não transformados. Para esta análise foram usados os dados das cinco espécies mais abundantes ao longo do experimento. Quando necessário, comparações pareadas *a posteriori* foram realizadas.

Uma avaliação complementar das tendências de variação das porcentagens de cobertura ao longo do experimento foi realizada por uma análise de proximidade ou escalonamento multidimensional (nMDS).

Com exceção da PERMANOVA, todas as análises e gráficos foram realizados na linguagem e ambiente computacional R (R Development Core Team, 2009).

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 INCRUSTAÇÃO DE ESPÉCIES**

Quinze espécies de briozoários foram registradas ao longo do experimento (Tabela 1), com dominância numérica de *Biflustra savartii* (37,76%), *Sinoflustra* sp

(20,74%), uma espécie não identificada da família Bitectiporidae (12,87%), *Savignyella lafontii* (10,37%) e *Membraniporopsis tubigera* (8,86%). Com exceção de *S. lafontii*, todas as espécies mais abundantes foram capazes de colonizar a partir dos 20 dias de experimento.

**Tabela 1. Espécies de briozoários registradas ao longo do experimento**

N°	Táxons	Porcentagem de cobertura (%)
1	<i>Biflustra savartii</i> (Audouin, 1826)	37,76
2	<i>Sinoflustra</i> sp. (Canu & Bassler, 1919)	20,74
3	Bitectiporidae MacGillivray, 1895	12,87
4	<i>Savignyella lafontii</i> (Audouin, 1826)	10,37
5	<i>Membraniporopsis tubigera</i> (Osburn, 1940)	8,86
6	<i>Rhynchozoon phrynoglossum</i> Marcus, 1937	3,86
7	<i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758)	2,50
8	<i>Celleporaria mordax</i> (Marcus, 1937)	1,28
9	<i>Scrupocellaria cornigera</i> (Pourtales, 1867)	0,50
10	<i>Caulibugula dendrograpta</i> (Waters, 1903)	0,28
11	<i>Electra bellula</i> (Hincks, 1882)	0,28
12	<i>Electra tenella</i> (Hincks, 1880)	0,21
13	<i>Bugula uniserialis</i> Hincks, 1885	0,21
14	<i>Scrupocellaria bertholetti</i> (Audouin, 1826)	0,14
15	<i>Aetea anguina</i> (Linnaeus, 1758)	0,07

### 3.2 VARIAÇÕES NAS PORCENTAGENS DE COBERTURA

As placas com tratamento tinta comercial não foram colonizadas. A porcentagem de cobertura total variou de 0 a 58% no tratamento extrato de mamona e de 4 a 72% no tratamento controle. O extrato de mamona foi eficiente apenas até T<sub>20</sub> a partir de T<sub>40</sub> foi observado um progressivo aumento na porcentagem de cobertura. Nas placas controle não foi observado um padrão definido de incrustação, com porcentagens mais altas e mais baixas se alternando ao longo do experimento (Figura 5). A porcentagem de cobertura da espécie *Biflustra savartii* variou de 2 a 37% no controle e 0 a 20 extrato de mamona. A porcentagem de cobertura de *Sinoflustra* sp variou de 0 a 13% no controle e 0 a 23% no tratamento extrato de mamona. A porcentagem de cobertura da espécie não identificada da família Bitectiporidae variou de 0 a 17% no tratamento controle e de 0 a 7% no tratamento



extrato de mamona. *Savignyella lafontii* é a única espécie ereta entre as espécies mais abundantes. Sua porcentagem de cobertura variou de 0 a 10% no tratamento controle e extrato de mamona. Não houve incrustação dessa espécie em nenhuma placa até T<sub>20</sub>, mas a partir daí houve um aumento progressivo da sua porcentagem de cobertura nas placas do tratamento extrato de mamona até T<sub>80</sub> (Figura 5). A porcentagem de cobertura de *Membraniporopsis tubigera* variou de 0 a 22% no tratamento controle e 0 a 8% no tratamento extrato de mamona. Nas placas do tratamento controle foi observado um progressivo aumento na porcentagem de cobertura até T<sub>60</sub> (Figura 5).

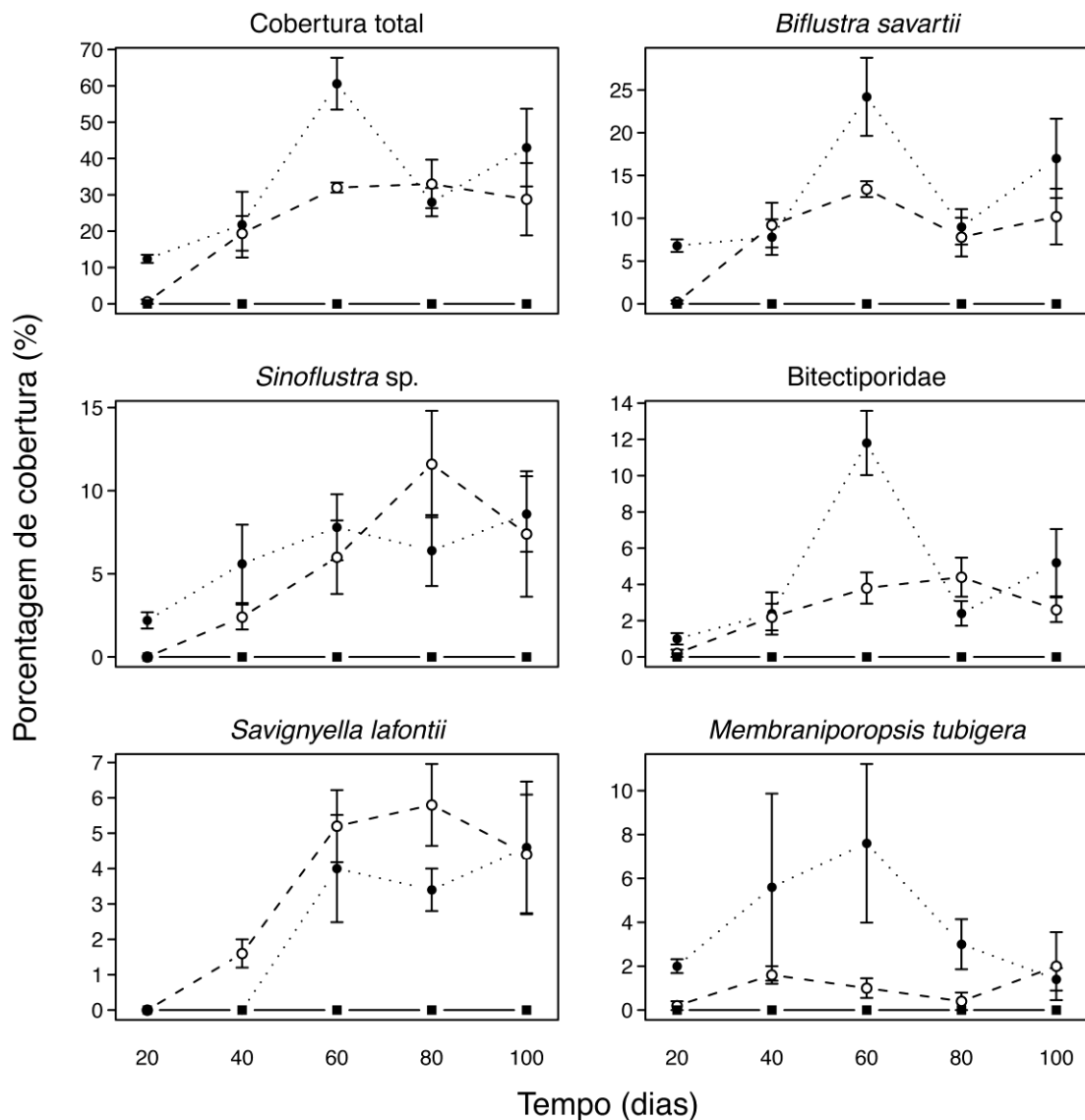


Figura 5. Média ( $\pm$  erro padrão, n=5) da porcentagem de cobertura total e das cinco espécies dominantes entre tratamentos, nos tempos considerados

A interação entre tratamentos e tempos foi significativa para porcentagem de cobertura total e para as coberturas de *B. savartii*, da espécie não identificada da família Bitectiporidae e de *S. lafontii* (Tabela 2), devido à falta de incrustação no tratamento tinta durante todo o experimento e a variação da incrustação em cada tempo. Valores significativamente mais elevados de cobertura total e cobertura de *B. savartii* e Bitectiporidae foram registrados em T<sub>60</sub>. Valores significativamente mais elevados da cobertura de *S. lafontii* foram registrados em T<sub>40</sub> e T<sub>80</sub>, quando comparados o tratamento controle com o tratamento extrato de mamona (Figura 5).

**Tabela 2. A- Resultados da análise de variância das porcentagens de cobertura total, espécie *Biflustra savartii*, espécie não identificada da família Bitectiporidae, espécie *Savignyella lafontii* entre os tratamentos (controle, extrato de mamona e tinta) e tempo (T<sub>20</sub>, T<sub>40</sub>, T<sub>60</sub>, T<sub>80</sub> e T<sub>100</sub> dias).  $\alpha=0,05$ . B- Resultados do teste a posteriori SNK para porcentagem de cobertura total, sendo tinta (T), extrato de mamona (M) e controle (C). O símbolo “=” indica  $p>0,05$  e “<” indica  $p<0,05$ .**

A	Cobertura total		<i>B. savartii</i>		Bitectiporidae		<i>S.lafontii</i>	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Tratamentos	49.93	0.00	42.90	0.00	34.36	0.00	19.87	0.00
Tempo	10.65	0.00	9.05	0.00	12.43	0.00	9.18	0.00
Tratamentos X Tempo	4.07	0.00	3.44	0.00	7.78	0.00	2.68	0.01
<b>B</b>								
T <sub>20</sub>	T=M=C		C<M=T		T=M=C		T=M=C	
T <sub>40</sub>	M=C<T		C=M<T		T=M=C		T=M=C	
T <sub>60</sub>	T<M<C		T<M<C		T<M<C		C=M<T	
T <sub>80</sub>	M=C<T		C=M<T		T<M=C		C=M<T	
T <sub>100</sub>	M=C<T		T<C<M		T<M<C		C=M<T	

Houve diferenças significativas da cobertura de *Sinoflustra sp* e *M. tubigera* entre tratamentos (Tabela 3). Para *Sinoflustra sp* o teste *a posteriori* confirmou as diferenças significativas entre o tratamento tinta e os demais, porém não houve diferenças significativas entre os tratamentos extrato de mamona e controle (Tabela 3). Houve diferença significativa entre o controle e os tratamentos experimentais no caso de *M. tubigera*, porém não houve diferenças entre os tratamentos extrato de mamona e tinta (Tabela 3), indicando a eficiência do extrato de mamona para esta espécie.

Tabela 3. A- Resultados da análise de variância da porcentagem de cobertura da *Sinoflustra* sp e *Membraniporopsis tubigera* entre os tratamentos (controle, extrato de mamona e tinta) e tempo ( $T_{20}$ ,  $T_{40}$ ,  $T_{60}$ ,  $T_{80}$  e  $T_{100}$  dias).  $\alpha=0,05$ . B- Resultados do teste a posteriori SNK, sendo tinta (T), extrato de mamona (M) e controle (C). O símbolo “=” indica  $p>0,05$  e “<” indica  $p<0,05$ .

A	<i>Sinoflustra</i> sp		<i>M. tubigera</i>	
	F	P	F	P
Tratamentos	17.16	0.00	8.62	0.00
Tempo	4.20	0.00	1.07	0.37
Tratamento X Tempo	1.90	0.07	1.01	0.43
B				
Tratamentos	M=C<T		T=M<C	

### 3.3 VARIAÇÕES NO NÚMERO DE ESPÉCIES

O número de espécies variou de 3 a 9 no controle e 0 a 8 no tratamento extrato de mamona. Não houve incrustação nas placas com tratamento tinta. Houve um aumento progressivo do número de espécies no controle até  $T_{60}$ , com estabilização no restante do experimento. Exceto em  $T_{40}$ , o número de espécies foi maior no controle do que no tratamento com extrato de mamona, ainda que esta diferença não fosse significativa. O número de espécies aumentou e se estabilizou entre  $T_{20}$  e  $T_{40}$  no tratamento extrato de mamona, não havendo diferenças significativas no restante do experimento (Figura 6).

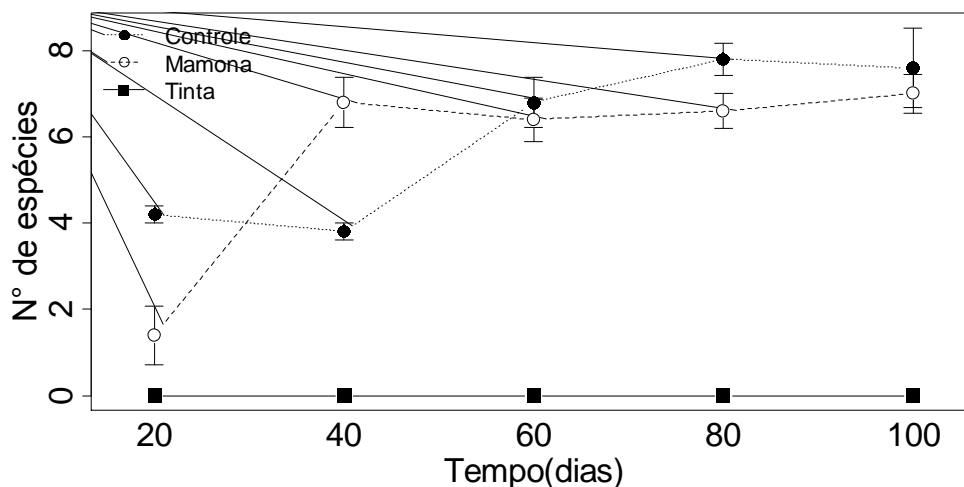


Figura 6. Média ( $\pm$  erro padrão,  $n=5$ ) no número de espécies entre tratamentos, nos tempos considerados

A interação tratamento e tempo variou significativamente para o número de espécies. O teste *a posteriori* evidenciou diferenças significativas entre os três tratamentos até T<sub>40</sub> e entre o tratamento tinta e os outros tratamentos nos outros tempos.

**Tabela 4. A- Resultados da análise de variância do número de espécies entre os tratamentos (controle, extrato de mamona e tinta) e tempo (T<sub>20</sub>, T<sub>40</sub>, T<sub>60</sub>, T<sub>80</sub> e T<sub>100</sub> dias).  $\alpha=0,05$ . B- Resultados do teste a posteriori SNK, sendo tinta (T), extrato de mamona (M) e controle (C). O símbolo “=” indica  $p>0,05$  e “<” indica  $p<0,05$ .**

A	F	p
Tratamentos	301.28	0.00
Tempo	24.81	0.00
Tratamento X Tempo	12.14	0.00
B	p	
T <sub>20</sub>	T<M<C	
T <sub>40</sub>	T<M<C	
T <sub>60</sub>	M=C<T	
T <sub>80</sub>	M=C<T	
T <sub>100</sub>	M=C<T	

### 3.4 VARIAÇÃO NA ESTRUTURA DAS ASSOCIAÇÕES DE BRIOZOÁRIOS

Desconsiderando o tratamento tinta, no qual não ocorreu incrustação, a análise de proximidade evidenciou uma maior similaridade dos tratamentos controle e extrato de mamona entre T<sub>20</sub> e T<sub>40</sub>. A similaridade entre estes tratamentos diminuiu em T<sub>60</sub> e T<sub>80</sub> por causa de alguns outliers. Estes outliers correspondem a placas colocadas em menores profundidades, nas quais as porcentagens de cobertura foram menores (Figura 7). Apesar de elevado, o stress da análise (10,47) ainda é considerado aceitável (CLARKE & WARWICK, 1994).

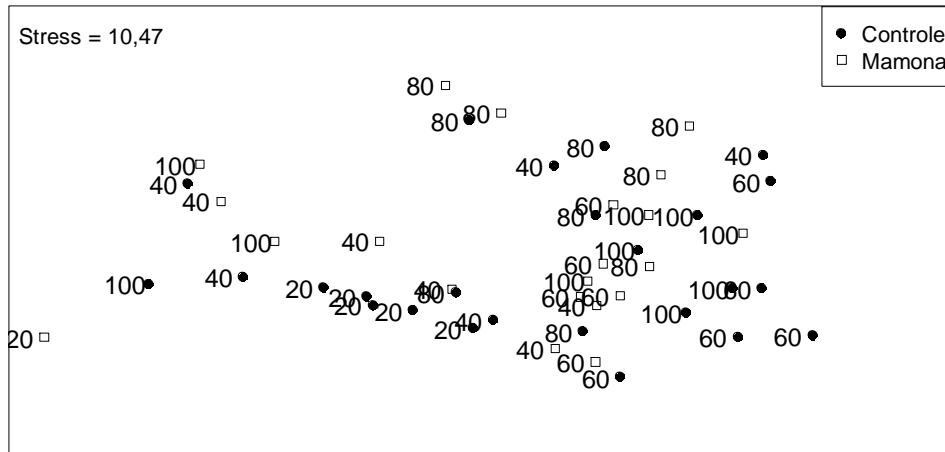


Figura 7. Análise de proximidade (nMDS) avaliando as variações das incrustações das espécies entre os tratamentos (controle e extrato de mamona)

Houve diferenças significativas entre os tratamentos controle e extrato de mamona (Tabela 5). A interação entre tratamentos e tempos foi significativa, exceto para o T<sub>40</sub>, T<sub>80</sub> e T<sub>100</sub> (Tabela 6).

Tabela 5. Resultados da análise multivariada PERMANOVA para avaliar variações nas incrustações das espécies entre os tratamentos (extrato de mamona e controle) e tempo (T<sub>20</sub>, T<sub>40</sub>, T<sub>60</sub>, T<sub>80</sub> e T<sub>100</sub> dias).  $\alpha=0,05$

	F	p
Tratamento	4.5244	0.0060
Tempo	7.4046	0.0010
Tratamento X Tempo	4.4791	0.0010

Tabela 63. Resultados do teste a posteriori para interação entre tratamentos e tempos

	p
(Controle-Mamona) X T <sub>20</sub>	0.0130
(Controle-Mamona) X T <sub>40</sub>	0.3830
(Controle-Mamona) X T <sub>60</sub>	0.0140
(Controle-Mamona) X T <sub>80</sub>	0.2450
(Controle-Mamona) X T <sub>100</sub>	0.4730

## 4 DISCUSSÃO

A importância da pesquisa de produtos anti-incrustantes não tóxicos vem sendo enfatizada pela literatura mais recente (ALMEIDA *et al.*, 2007; TURNER, 2010). Este estudo analisou a eficiência do extrato de mamona, como produto potencial a ser utilizado como anti-incrustante. O extrato de mamona mostrou-se eficiente nos primeiros 20 dias, mas a partir daí perdeu sua eficiência, provavelmente por diluição ou dissolução do extrato na água do mar. Neste sentido, análises futuras deverão contemplar a adição de compostos estabilizadores do extrato, com a finalidade de reduzir as taxas de diluição ou dissolução.

A textura das placas controle e do tratamento extrato de mamona foi claramente alterada pela aplicação do produto. Este fator, além das propriedades anti-incrustantes do extrato, pode ter igualmente contribuído para retardar o desenvolvimento do biofilme, reconhecidamente afetado pela textura do substrato (KEOUGH & RAIMONDI, 1995).

FERREIRA & ALMEIDA (1999) comprovaram a eficiência do extrato de mamona como anti-incrustante em tubulações de concreto de escoamento de esgoto por um período maior do que no presente estudo. A eficácia do extrato de mamona como larvicida de ácaros de boi foi testada sem sucesso (FARIA *et al.*, 2010), mas o teste de outras substâncias vegetais como o tanino de mimosa e castanha deu resultados mais positivos (STUPAK *et al.*, 2003).

A variação nas porcentagens de cobertura entre  $T_{60}$ ,  $T_{80}$  e  $T_{100}$ , que não se comportaram de forma cumulativa, ao contrário do esperado, resultou de um artefato de técnica. As porcentagens de cobertura foram claramente condicionadas pela profundidade de instalação das placas, com valores mais baixos próximo à superfície NASSAR & SILVA (1999) avaliaram diferenças nas taxas de incrustação em quatro profundidades na Baía de Sepetiba e mostraram que há de fato um aumento da colonização em profundidades maiores que 2 metros. O processo de aleatorização adotado forçou a coleta de um maior número de placas na profundidade de 2 metros em  $T_{60}$  a  $T_{100}$ . Com isso o gráfico de porcentagem de cobertura não se comportou como em outros trabalhos semelhantes, onde se esperava um aumento progressivo e posteriormente uma estabilização da

porcentagem de cobertura (HENRIKSON & PAWLIK, 1995; SILKINA *et al.*, 2009). Para evitar este tipo de problema, sugere-se uma padronização da profundidade da instalação das placas em futuros estudos.

O número de espécies encontradas foi alto, com um progressivo aumento e estabilização ao longo do tempo, como esperado. Esta maior diversidade é provavelmente um reflexo do estudo ter sido desenvolvido no setor euhalino da Baía de Paranaguá, em contraposição a um estudo realizado em setores mais internos, onde foram registradas apenas sete espécies (ALTVATER, 2009).

A variação nas porcentagens de cobertura das cinco espécies dominantes foi bastante significativa, indicando respostas diferenciadas dependendo das suas estratégias de vida. A porcentagem de cobertura de *B. savartii* (espécie mais abundante) e da espécie não identificada de Bitectiporidae variou de forma similar à porcentagem de cobertura total, com valores oscilantes, podendo também ter sido influenciada pela aleatorização em distintas profundidades. Já *Sinoflustra sp.* e *S. lafontii* seguiram um padrão esperado de incrustação, com um aumento progressivo seguido por estabilização. *S. lafontii* diferiu das demais espécies devido à maior porcentagem de cobertura nas placas com extrato de mamona, provavelmente pelas diferenças na textura dos substratos, processo já relatado anteriormente (KEOUGH & RAIMONDI, 1995).

A porcentagem de cobertura de *M. tubigera* foi claramente afetada pelo extrato de mamona, que se mostrou eficiente apenas para esta espécie. A fase incrustante e o desenvolvimento larval de *M. tubigera* não são muito conhecidos (RAMALHO, comunicação pessoal), o que justifica estudos adicionais em diferentes épocas do ano e por um período de tempo maior para confirmar esse resultado.

As placas com tratamento tinta não foram colonizadas durante todo o experimento, evidenciando sua clara eficiência, apesar dos problemas ambientais associados. Essa tinta é amplamente usada em embarcações de pequeno e grande porte, mantendo sua eficácia anti-incrustante por até 3 anos. No entanto, são escassos os estudos sobre suas repercussões ambientais a longo prazo (GODOI *et al.*, 2003; DI LANDA *et al.*, 2006). O TBT que foi usado por muitos anos como componente principal desse tipo de tinta, permanece no ambiente bioacumulando

nos organismos e poluindo estuários e áreas costeiras (STRAND *et al.*, 2009; NEGRI & MARSHALL, 2009).

## 5 CONCLUSÕES

Além de testar o potencial de um composto anti-incrustante não tóxico para o ambiente, o estudo permitiu aprofundar o conhecimento da diversidade de briozoários em substratos artificiais da região. Em síntese, considerando-se a comunidade como um todo, o extrato de mamona mostrou-se eficiente como anti-incrustante apenas nos primeiros 20 dias de experimento. Por outro lado, mostrou-se eficiente para o controle da espécie *M. tubigera* ao longo de todo o experimento. Sugerimos que a eficácia do produto pode ser aumentada pelo uso de compostos estabilizadores que reduzam as taxas de diluição ou dissolução do extrato de mamona em ambiente marinho. Diferenças na profundidade de instalação influenciaram consideravelmente a incrustação das placas, o que reforça a necessidade de padronização em futuros experimentos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABARZUA S, JAKUBOWSKI S (1995) Biotechnological investigation for the prevention of biofouling. I. Biological and biochemical principles for the prevention of biofouling. **Mar Ecol Prog Ser**, Germany, v. 123, pp 301-312.

ALMEIDA E, DIAMANTINO TC, DE SOUZA O (2007). Marine paints: The particular case of antifouling paints. **Progr Org Coating**, Portugal, v. 59, pp 2-20.

ANDERSON MJ (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecol**, v.26, pp 32-46.

ANDERSON MJ (2005). **PERMANOVA**: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.

ANGULO RJ *et al.* (2008) **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA do Terminal Portuário localizado no município de Pontal do Paraná, PR**. AMB- Planejamento ambiental- Biotecnologia Ltda. Relatório técnico. CD- ROM.



ALTVATER L (2009). **Composição e sazonalidade de cnidários em substrato artificial, na foz do rio Itiberê, Baía de Paranaguá, Paraná.** Curitiba. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas-Zoologia) – Universidade Federal do Paraná.

BARBOSA JP, FLEURY BG, DA GAMA BAP, TEIXEIRA VL, PEREIRA RC (2007). Natural products as antifoulants in the Brazilian Brown alga *Dictyota pfaffi* (Phaeophyta, Dictyotales), **Biochem Syst Ecol**, Brasil, v. 35, pp 549-553.

BERTO D, GIANI M, BOSCOLO R, COVELLI S, GIOVANARDI O, MASSIRONI M, GRASSIA L (2007). Organotins (TBT and DBT) in water, sediments and gastropods of the southern Venice lagoon (Italy). **Mar Pollut Bull**, Itália, v. 55, pp 425-435.

BIANCO EM, ROGERS R, TEIXEIRA VL, PEREIRA RC (2009). Antifoulant diterpenes produced by the Brown seaweed *Canistrocarpus cervicornis*. **J Appl Phycol**, Brasil, v.21, pp 341-346.

CHAMBERS LD, STOKES KR, WALSH FC, WOOD RJK (2006). Modern approaches to marine antifouling coatings. **Surf Coatings Tech**, Reino Unido, v. 201, pp 3642-3652.

CLARKE KR, WARWICK RM (1994). **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** Bournemouth, Bourne Press, pp 128.

DALTON HM, MARCH PE (1998). Molecular genetics of bacterial attachment and biofouling. **Environ Biotech**, Austrália, v.9, pp 252-255.

DI LANDA G, ANSANELLI G, CICCOLI R, CREMISINI C (2006). Occurrence of antifouling paint booster biocides in selected harbors and marinas inside the Gulf of Napoli: A preliminary survey. **Mar Pollut Bull**, Itália, v. 52.

FARIA VP, SOUZA LM, SILVA IC, SOARES VD, BELO MAA, SILVA J, TORRENTE ACG, MAZZONETTO F, CHAGAS ACS (2010). Estudo comparativo do potencial toxigênico dos extratos aquosos de *Ricinus communis* (Mamona) e *Passiflora quadrangularis* (Maracujá), sobre o *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Rev. Saúde**, Brasil, v.4, p. 128.

FERREIRA OP, ALMEIDA AEFS (1999). Revestimentos poliméricos vegetais para proteção à corrosão bacteriológica do concreto. Disponível em: <http://kebrevestimentosnaturais.com.br/normas/>. Acesso em 20 de outubro de 2010.

FORREST BM, HOPKINS GA, DODGSHUN TJ, GARDNER JPA (2007). Efficacy of acetic acid treatments in the management of marine biofouling. **Aquaculture**, Nova Zelândia, v. 262, pp 319–332.

GODOI AFL, FAVORETO R, SANTIAGO-SILVA M (2003). Contaminação ambiental por compostos organoestânicos. **Quím nova**, Brasil, v. 26, n. 5, pp 708-716.

GORDON DP, RAMALHO LV, TAYLOR PD (2006). An unreported invasive Bryozoan that can affect livelihoods – *Membraniporopsis tubigera* in New Zealand and Brazil. **Bull Mar Sci**, Flórida, v. 78 (2): pp 331-342.

HELLIO C, DE LA BROISE D, DUFOSSÉ L, LE GAL Y, BOURGOUGNON N (2001). Inhibition of marine bacteria by extracts of macroalgae: potential use for environmentally friendly antifouling paints. **Mar Environ Res**, França, v. 52, p. 231-247.

HENRIKSON AA ,PAWLIK JR (1995). A new antifouling assay method: results from field experiments using extracts of four marine organisms. **J Exp Mar Biol Ecol**, Estados Unidos, v. 194, pp 157-165

HOLMSTRÖM C, EGAN S, FRANKS A, McCLOY S, KJELLEBERG S (2002). Antifouling activities expressed by marine surface associated *Pseudoalteromonas* species. **Microbiol Ecol**, Austrália, v. 41, pp 47-58.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (2002). Anti-fouling systems. Disponível em: [www.imo.org](http://www.imo.org) (acesso em 15/09/2010).

IPARDES (1989). Zoneamento do Litoral Paranaense. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Fund. Édison Vieira. Curitiba.

KEOUGH MJ, RAIMONDI PT (1996). Responses of settling invertebrate larvae to bioorganic films: Effects of large –scale variation in films. **J Exp Mar Biol Ecol**, Austrália, v. 207, pp 59-78.

KRISTENSEN JB, MEYER RL, LAURSEN BS, SHIPOVSKOV S, BESENBACHER F, POULSEN CH (2008). Antifouling enzymes and the biochemistry of marine settlement. **Biotechnol Adv**, Dinamarca, v. 26, pp 471-481.

LAMOUR MR, SOARES CR, CARRILHO JC (2004). Mapas de parâmetros texturais de sedimentos de fundo do complexo estuarino de Paranaguá- PR. **Bol Parana Geocienc**, Editora UFPR, Brasil, n. 55, pp 77-82.

LANA PC, MARONE E, LOPES RM, MACHADO EC (eds) (2001). The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. *Ecological Studies*, v.144, pp 131-145.

MARONE E, MACHADO EC, LOPES RM, SILVA ET (2005). Land-ocean fluxes in the Paranaguá Bay Estuarine System, southern Brazil. **Braz J Oceanogr**, Brasil, v. 53(3/4), pp 169-181.

NASSAR CAG, SILVA SHG (1999). Comunidade incrustantes em quatro profundidades na Ilha Guaíba. **Ecologia dos ambientes costeiros do estado do Rio de Janeiro. Oecol Bras**, Brasil, v. VII, pp 195-211.

NEBOT E, CASANUEVA JF, CASANUEVA T, SALES D (2007). Model for fouling deposition on power plant steam condensers cooled with seawater: Effect of water velocity and tube material. **Int j Heat Mass Transfer**, Espanha, v. 50, pp 3351-3358.

NEGRI A, MARSHALL P (2009). TBT contamination of remote marine environments: Ship groundings and ice-breakers as sources of organotins in the Great Barrier Reef and Antarctica. **J Environ Manag**, Austrália, v. 90, pp 531-540.

R Development Core Team (2009). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.

RAMALHO LV (2006). **Taxonomia, distribuição e introdução de espécies de briozoários marinhos (ordens cheilostomatida e cyclostomata) do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. Dissertação (Doutorado em Ciências Biológicas-Zoologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ROBERTS J, TSAMENYI M (2008). International legal options for the control of biofouling on international vessels. **Mar Policy**, Austrália, v. 32, pp 559-569.

RYLAND JS (1970). **Bryozoans**, Hutchinson University Library, London, pp 1-175.  
SILKINA A, BAZES A, VOUVÉ F, LE TILLY V, DOUZENEL P, MOUGUET JL, BOURGOUGNON N (2009). Antifouling activity of macroalgal extracts on *Fragilaria pinnata* (Bacillariophyceae): A comparison with Diuron. **Aquat Toxicol**, França, v. 94, pp 245-254.

SOARES AR, GAMA BAP, CUNHA AP, TEIXEIRA VL, PEREIRA RC (2007). Induction of attachment of the Mussel *Perna perna* by Natural Products from the Brown seaweed *Styopodium zonale*. **Mar Biotechnol**, Brasil.

SOULE DF, SOULE J, CHANEY HW (1995). Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and western Santa Barbara Channel: The Bryozoa. **Irene McCulloch Found Monogr Ser** (2), Hancock Institute of Marine Studies, University of Southern California, Los Angeles, pp 369.

STRAND J, JORGENSEN A, TAIVORA Z (2009). TBT pollution and effects in molluscs at US Virgin Islands, Caribbean Sea. **Environ Internat**, Dinamarca, v. 35, pp 707-711.

STUPAK ME, GARCÍA MT, PÉREZ MC (2003). Non-toxic alternative compounds for marine antifouling paints. **Internat Biodet Biodeg**, Argentina, v. 52, pp 49-52.

TÁVORA VA (2004). Briozoários. In: Carvalho, I.S. (ed). **Paleontologia**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, São Paulo, pp 639-650.

TAYLOR PD, WEEDON MJ (2000). Skeletal ultrastructure and phylogeny of cyclostome bryozoans. **Zoo j Linn Soc**, v. 128, pp 337-399.

TAYLOR GT, ZHENG D (1995). Natural Products for Mitigation of Fouling by the Blue Mussel, *Mytilus edulk*, in Marine Water Intake Systems. **Proceedings of the fifth International Zebra Mussel and Other Aquatic Nuisance Organisms Conference**, Canadá.

TURNER A (2010). Marine pollution from antifouling paint particles. **Mar Pollut Bull**, Reino Unido, v.60, pp 159-171.

YEBRA DM, KIIL S, DAM-JOHANSEN K (2004). Antifouling technology – past, present and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings. **Progr Org Coating**, Dinamarca, v. 50, pp 75-104.

XU Y, HE H, SCHULZ S, LIU X, FUSETANI, N, XIONG H, XIAO X, QIAN PY (2010). Potent antifouling compounds produced by marine *Streptomyces*. **Biores Techno**, China, v. 101, pp 1331-1336.