

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**GUSTAVO CARVALHO MOYA  
LEANDRO KODAMA KASAMATSU**

**ANÁLISE SAZONAL DOS ORGANISMOS DO “FOULING”  
NO ESTUÁRIO DE SANTOS-SÃO VICENTE – SP**

**Santos – SP  
2006**

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**GUSTAVO CARVALHO MOYA  
LEANDRO KODAMA KASAMATSU**

**ANÁLISE SAZONAL DOS ORGANISMOS DO “FOULING”  
NO ESTUÁRIO DE SANTOS-SÃO VICENTE - SP**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como exigência parcial para obtenção do  
título de Bacharel em Ciências Biológicas à  
Banca Examinadora, sob a orientação do  
Prof. Dr. Fábio Giordano**

**Santos – SP  
2006**

GUSTAVO CARVALHO MOYA  
LEANDRO KODAMA KASAMATSU

ANÁLISE SAZONAL DOS ORGANISMOS DO “FOULING” NO ESTUÁRIO DE  
SANTOS-SÃO VICENTE – SP

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas à Comissão Julgadora da Universidade Santa Cecília

Data de aprovação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

Banca Examinadora:

---

Prof.(a) Ms./Dr.(a) Fábio Giordano  
Orientador

---

Prof.(a) Ms./Dr.(a) Roberto Pereira Borges

---

Prof.(a) Ms./Dr.(a) João Alberto Paschoa dos Santos

## DEDICATÓRIA

*A nossos pais.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Fábio Giordano pela amizade e ajuda na orientação deste trabalho, sem a qual não seria possível sua realização.

Aos funcionários dos laboratórios da Universidade Santa Cecília pela disposição do espaço e do material nas análises do material.

Ao Prof. João Alberto pela ajuda nas saídas de campo, não só pilotando o barco, mas também deixando e recolhendo as placas de “fouling”.

Aos colegas que nos ajudaram muito em alguns momentos na realização da parte prática do trabalho.

Aos funcionários da biblioteca do Instituto Oceanográfico da USP pelo auxílio na busca das referências bibliográficas.

Aos professores que ao longo de todos esses anos foram peças importantes durante todo nosso processo de formação não só acadêmico, mas também pessoal.

Aos amigos que sempre nos apoiaram, mesmo em momentos mais turbulentos.

Aos nossos pais que também nos deram todo o apoio para seguirmos nosso caminho desde o momento que ingressamos na faculdade.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente nos ajudaram de todas as maneiras possíveis quando mais precisamos.

## RESUMO

A comunidade de invertebrados incrustantes, “fouling”, vem sendo muito estudada, principalmente, devido aos problemas econômicos que causa como a incrustação em barcos e navios, em píers, bóias flutuantes e em cabos submarinos. No entanto, o conhecimento sobre essas comunidades no litoral brasileiro é pouco difundido. Baseado nisso, o presente trabalho visa compreender de uma melhor forma a estrutura do “fouling” na região estuarina de Santos-SP, levando em conta possíveis diferenças sazonais comparando-se duas estações do ano distintas (verão e inverno). Para a realização do trabalho foram selecionados quatro pontos distintos no estuário onde, em cada um deles foram deixadas quatro placas de cerâmica (40 cm x 40 cm) com as faces analisadas voltadas para o fundo a fim de impedir a incidência de luz. Foi realizada a análise da biomassa e volume dos organismos coletados a fim de quantificar os organismos que se desenvolveram nas placas. A cobertura das placas também foi observada utilizando-se um quadrante de PVC e linhas de nylon que se entrelaçavam formando 100 pontos de encontro (Método dos Contatos). Com o quadrante sobre a placa, o animal encontrado exatamente sob o ponto observado era anotado e fazia-se a estimativa de cobertura. Com estes dados, foram obtidos os valores de Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou em cada um dos pontos e nas diferentes estações do ano. Os resultados demonstram valores dos índices Riqueza S e Diversidade de Shannon-Hill mais altos no inverno, sendo a Dominância de Pielou maior no verão, assim como os valores de biomassa e volume. Verificou-se também que aproximadamente 70% dos grupos taxonômicos encontrados foram observados em ambas as estações do ano. Dentre estes podemos citar: Ascídias, Briozoários, Cracas, Poliquetas e Mexilhões. Comparativamente a outros estudos feitos sobre “fouling” neste mesmo estuário, podemos considerar que os valores de biomassa extremamente elevados no Verão podem estar associados a processos de eutrofização do estuário (esgoto em São Vicente). Já em relação ao Inverno, podemos considerar que as comunidades puderam se desenvolver melhor devido ao baixo grau de eutrofização.

Palavras-chave: “fouling”, estuário, diferenças sazonais

## ABSTRACT

The encrusting invertebrates' community, fouling, has been thoroughly studied, mainly due to economic problems caused by this community such as incrustation on boats and vessels, on piers, buoys, and submarine cables. However, there is a little knowledge about these communities on the Brazilian coast. Based on that, the present study aims to understand the structure of the fouling community on Santos estuary considering possible differences in two opposite seasons of the year (summer and winter). Four distinct points were selected on the estuary and, four tile plates (40 cm x 40 cm) were placed on each one of the points on the horizontal position so the surface interesting to the study would not be affected by sunlight. Biomass and volume analysis were made to quantify the organisms colonizing the plates. Plates cover was also analyzed using a PVC quadrat and crossed nylon thread forming 100 points. Holding the quadrat over the plate, the organism found under each point was identified and cover estimative was made. With these data, Richness S, Shannon-Hill Diversity and Pielou Dominance values were obtained for each point and for a different season of the year. Results show higher Richness S and Shannon-Hill Diversity values on winter and higher Pielou Dominance, biomass and volume values on summer. It was also noticed that close to 70% of the taxonomic groups were found in both seasons. Among these groups are: Ascidians, Bryozoans, Barnacles, Polychaetes and Mussels. In comparison to other fouling studies on this same estuary we may consider that the extremely high values of biomass on summer are associated to excessive eutrophic activities on the estuary. On the winter we may consider that less eutrophic activities allowed better development of the communities.

Key words: fouling, estuary, seasonal differences

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa do Brasil, do Estado de São Paulo e a imagem de satélite do Estuário de Santos - São Vicente obtida através do programa Google Earth.....	19
FIGURA 2 – Placa de “fouling” no local de estudo.....	22
FIGURA 3 – Leitura das placas.....	23
FIGURA 4 – Material na estufa para obtenção de peso seco.....	24
FIGURA 5 – Material na mufla para obtenção de cinzas.....	25
FIGURA 6 - Caixa de opções de índices de diversidade, dominância e riqueza apresentada ao usuário pelo programa Succeeders 1.0. utilizados no trabalho.....	27

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Volume – verão – Ilha Barnabé.....	28
TABELA 2 – Volume – verão – Base Aérea.....	28
TABELA 3 – Volume – verão – Canal da Cosipa.....	29
TABELA 4 – Volume – verão – São Vicente.....	29
TABELA 5 – Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – verão – Ilha Barnabé.....	29
TABELA 6 – Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – verão – Base Aérea.....	30
TABELA 7 – Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – verão – Canal da Cosipa.....	30
TABELA 8 – Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – verão – São Vicente.....	30
TABELA 9 – Teor de Matéria Orgânica (MO) – verão – Ilha Barnabé.....	31
TABELA 10 – Teor de Matéria Orgânica (MO) – verão – Base Aérea.....	31
TABELA 11 – Teor de Matéria Orgânica (MO) – verão – Canal da Cosipa.....	31
TABELA 12 – Teor de Matéria Orgânica (MO) – verão – São Vicente.....	32
TABELA 13 – Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - verão - Base Aérea.....	33
TABELA 14 – Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - verão – Ilha Barnabé.....	33
TABELA 15 – Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - verão - São Vicente.....	33
TABELA 16 – Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - verão - Canal da Cosipa.....	34
TABELA 17 – Volume – inverno – Ilha Barnabé.....	37
TABELA 18 – Volume – inverno – Base Aérea.....	37
TABELA 19 – Volume – inverno – São Vicente.....	38
TABELA 20 – Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – inverno – Ilha Barnabé.....	38
TABELA 21 – Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – inverno – Base Aérea.....	38
TABELA 22 – Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – inverno – São Vicente.....	39
TABELA 23 – Teor de Matéria Orgânica (MO) – inverno – Ilha Barnabé.....	39
TABELA 24 – Teor de Matéria Orgânica (MO) – inverno – Base Aérea.....	39
TABELA 25 – Teor de Matéria Orgânica (MO) – inverno – São Vicente.....	40
TABELA 26 – Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - inverno - Ilha Barnabé.....	40

TABELA 27 – Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - inverno - Base Aérea.....	41
TABELA 28 – Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - inverno - São Vicente.....	41

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1 Local de estudo.....	20
3.1.1 O estuário.....	21
3.1.2 Descrição dos locais onde as placas estão imersas.....	22
3.2 Coleta do material.....	23
3.3 Transporte e “leitura” das placas.....	24
3.4 Análise de peso fresco e volume.....	25
3.5 Análise de peso seco.....	25
3.6 Análise de peso livre de cinzas.....	26
3.7 Análise dos dados através do programa “Succeders”.....	27
4. RESULTADOS.....	29
4.1 Campanha de verão.....	29
4.1.1 Volume.....	29
4.1.2 Peso fresco, peso seco e peso de cinzas.....	30
4.1.3 Teor de matéria orgânica (MO).....	31
4.1.4 Riqueza S, diversidade de Shannon-Hill e dominância de Pielou..	32
4.1.5 Lista dos Taxa – Verão.....	35
4.2 Campanha de inverno.....	37
4.2.1 Volume.....	37
4.2.2 Peso fresco, peso seco e peso de cinzas.....	38
4.2.3 Teor de matéria orgânica (MO).....	39
4.2.4 Riqueza S, diversidade de Shannon-Hill e dominância de Pielou..	40
4.2.5 Lista dos Taxa – Inverno.....	42
5. DISCUSSÃO.....	44
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

## 1. INTRODUÇÃO

O termo “fouling” vem sendo utilizado para caracterizar a fauna que vive direta e indiretamente associada a um substrato. É geralmente empregado para distinguir as associações de animais e plantas que crescem em estruturas artificiais, daquelas que ocorrem em rochas, pedras e outros substratos naturais (WHOI, 1952). “O estabelecimento de comunidades de “fouling” em diversos substratos vem sendo investigado intensamente e a literatura resultante é vasta” (WAHL, 1989).

WHOI (1952) descreve o “fouling” como sendo então um fenômeno biológico, no qual os organismos que o compõem (plantas e animais) são aqueles de vida sésil que são encontrados em águas rasas na natureza. WHOI (op. cit.) também define o “fouling” do ponto de vista biológico, como um acidente de origem recente. No entanto, não pode ser considerado que o “fouling” é formado somente por formas de vida sésseis, mas também se devem incluir dentro da comunidade, os animais errantes que vivem em associação com aqueles que passam sua vida incrustada no substrato. Já Zobell & Allen (1934) definem a formação dessa comunidade como sendo o ato de estabelecimento e crescimento de plantas e animais em cascos de navios e outras estruturas marinhas submersas. A colonização de superfícies vivas ou não vivas através de organismos sésseis, plantas ou animais é um fenômeno onipresente no ambiente marinho (Wahl & Banaigs, 1991).

Segundo Zobell & Allen (1934) em relação aos estudos realizados sobre comunidades de “fouling”, a maior parte deles focou sua atenção nos estudos sobre hábitos, histórias de vida e tolerância a tintas venenosas e metais, dos incrustantes macroscópicos como cracas, moluscos, tunicados, hidrozoários e briozoários.

“O processo de estabelecimento de organismos bentônicos vem sendo muito estudado devido sua implicação em questões ecológicas básicas como competição e sucessão” (JACOBI & LANGEVIN, 1996). Em relação à sucessão Sutherland & Karlson (1977) entendem que é um processo diferente quando comparamos as comunidades marinhas de “fouling” com comunidades de plantas terrestres pelos seguintes motivos:

- 1) Os organismos não alteram o substrato que eles ocupam.
- 2) Não existe a possibilidade de “estocar sementes” de outras espécies.
- 3) A maioria dos adultos tem um ciclo de vida muito curto.

De acordo com Menge & Sutherland, *apud* Wahl, *et. al.* (1997) existem processos que podem afetar a sucessão levando a comunidade a estágios iniciais de desenvolvimento. Estes processos podem ser físicos (deficiência de oxigênio, gelo e tempestades) ou biológicos (predação e parasitismo).

No entanto, as perturbações causadas pelo ambiente são essenciais para o desenvolvimento de uma comunidade rica e diversificada. Segundo Wahl *et. al.* (1997), a falta da perturbação pode levar a comunidade a atingir baixos valores de diversidade, dominados por poucas espécies devido a eliminação de competidores inferiores ou devido a colonizadores pouco eficazes. De acordo com o mesmo autor, em muitas comunidades marinhas, os consumidores (herbívoros e carnívoros) consistem na maior fonte de perturbação.

A competição é um processo de suma importância na configuração de uma comunidade marinha. Isso é tão visível em comunidades bênticas que, assim como citado por Wahl *et. al.* (1997), os predadores exercem grande influência na dinâmica populacional de sua presa.

Por esse motivo, a introdução de espécies exóticas em diferentes ambientes pode ser extremamente maléfica para uma comunidade previamente estabelecida. Segundo Haag *et. al.* (1993), a região dos Grandes Lagos norte-americanos sofreu efeitos dramáticos devido a introdução de novas espécies pois segundo o autor, muitas comunidades marinhas desenvolveram-se na ausência desses organismos.

De acordo com o mesmo autor, a chegada de novas espécies em comunidades já estabelecidas pode resultar em uma grande reestruturação das mesmas devido ao fato de que, no início de seu processo de desenvolvimento, estas espécies não pertenciam a este ambiente, portanto, elas não possuem mecanismos adequados para lidar com a sua chegada.

Outra questão muito estudada em relação a esses organismos é a questão do recrutamento. Sutherland & Karlson (1977) defendem que o recrutamento é um processo variável e que a composição da comunidade está sempre mudando.

De acordo com Sutherland & Karlson (1977) o recrutamento das larvas é o fator que dá início ao desenvolvimento de uma comunidade em um substrato desocupado. O incrustamento das espécies do “fouling” não ocorre de uma maneira qualquer. Segundo Gray (1974) o estabelecimento de larvas ou adultos a um substrato favorável, envolve um processo de seleção por parte dos mesmos para que enfim, haja a formação de uma nova população.

De acordo com o mesmo autor, a escolha do melhor substrato para sua instalação, pode determinar o tempo em que essa larva constitui o plâncton. O desenvolvimento do crescimento permanente e maciço depende da habilidade dos organismos sésseis de aderirem firmemente às superfícies para que não sejam levadas pela água. De acordo com um estudo realizado por Anderson e Underwood (1994), a natureza do substrato pode interferir no início da colonização assim como no seu desenvolvimento ao longo do tempo.

Wahl (1989) propõe que a colonização de uma nova superfície é composta de 4 fases que seguem esta sequência:

- 1) Condicionamento bioquímico
- 2) Colonização bacteriana
- 3) Estabelecimento de organismos unicelulares
- 4) Estabelecimento de organismos pluricelulares eucariontes

Gray (1974.) induz que devam existir determinados mecanismos para garantir que a larva se estabeleça no substrato correto, aumentando assim, maior colonização de substratos mais favoráveis e conseqüentemente, menores colonização em substratos menos favoráveis.

Para ele, o processo de seleção de substratos, que ocorre tanto para larvas e animais vágeis, envolve dois processos:

- 1) O organismo é levado ao substrato por meio de respostas comportamentais complexas.
- 2) O animal recebe do substrato, estímulos favoráveis, o que leva ao seu estabelecimento em um determinado local.

De acordo com WHOI (1952), os diversos fatores que determinam a tendência de uma superfície ser afetada pelo “fouling” quando exposta no ambiente marinho pode ser dividida em dois principais grupos:

- 1) Aqueles que determinam o número de larvas que entrarão em contato com a superfície em exposição
- 2) Aqueles que limitam a habilidade dessas larvas de aderirem à superfície e crescerem.

WHOI (1952) cita ainda que, o número de larvas que entra em contato com uma superfície exposta depende de sua localização geográfica, estação do ano, o tipo de abordagem para estabelecimento da larva no substrato e também a textura, orientação e coloração. A tendência do substrato de formar finos filmes em sua superfície e o grau no qual a superfície é molhada pela água do mar também pode exercer influência significativa.

Segundo Jacobi & Langevin (1996), a complexidade topográfica exerce grande importância na estruturação das comunidades bênticas. Outro fator que pode influenciar na estruturação da comunidade é a presença ou não de uma comunidade previamente estabelecida neste local, pois, de acordo com Sutherland & Karlson (1977) A maior parte dos adultos residentes não preparam o local para novas larvas, e sim, inibem o seu recrutamento assim como o crescimento de outras espécies.

O “fouling” também pode causar problemas quando o processo de incrustação acontece entre espécies. Haag *et. al.* (1993) observou em seu trabalho uma alta taxa de mortalidade de fêmeas de uma determinada espécie de bivalve quando colonizadas por outra espécie.

De acordo com o estudo de Menge (1991) as larvas de organismos marinhos passam por momentos muito críticos em sua vida até que cheguem à idade adulta. Geralmente, um grande número de larvas de uma só espécie está presente e pronta para colonizar um substrato que a superfície acaba recebendo mais larvas do que ela pode receber quando esses animais crescem. Nessas condições, pode ser formada uma população pura e de uma única espécie. (WHOI, 1952)

Poucas são as larvas que se reproduzem no substrato, exceto os microorganismos. (WHOI, 1952). Segundo os mesmos autores, após o estabelecimento de larvas, o aumento da comunidade depende da taxa de crescimento dos indivíduos ali presentes. Isso varia de espécie para espécie e depende de fatores como a temperatura da água e também da disponibilidade de alimento.

Segundo Buss (1981) os invertebrados sésseis têm somente uma oportunidade de escolher se querem ou não viver em grupo. O mesmo autor ainda relata que a escolha de um substrato para a fixação por parte das larvas depende da densidade sendo que, quando as colônias são pequenas as larvas preferem locais com a densidade alta ou intermediária e quando as colônias são maiores elas preferem locais com baixa densidade. Dessa maneira as larvas se estabelecem preferencialmente em locais ricos e em pequenas colônias. Buss (1981) também cita em seu trabalho que uma vez que um indivíduo sésil já está devidamente aderido a um substrato e adjacente a outro organismo, contínuas interações entre ambos é inevitável e a saída de um ou de outro simplesmente não pode ocorrer. Segundo ele, a formação de colônias de indivíduos sésseis necessita de cooperação intra-específica.

A maior parte dos estudos realizados se tratando de “fouling” é para tentar controlá-lo. A formação dessas comunidades é vista como grande causa de prejuízos econômicos para o homem. Por isso é grande o número de trabalhos que busquem medidas para a inibição da formação do “fouling” em certas estruturas marinhas como cascos de navios, píers, bóias, etc. O vasto prejuízo econômico causado pelo “fouling” tem levado a muita investigação quanto a

sua prevenção (Zobell & Allen, 1934). De acordo com estes autores, muita da atenção voltada para essa questão estava sempre ligada aos hábitos, história de vida, e tolerância dos incrustantes macroscópicos como cracas, tunicados, hidrozoários e briozoários a tintas e metais venenosos. Para eles é surpreendente que uma menor atenção foi dada ao estudo de organismos microscópicos que formam os estágios iniciais da comunidade.

É importante salientar também que esta comunidade está associada a problemas públicos. “Impactos econômicos negativos são atribuídos também à atividade de espécies componentes do “fouling”, perfuradoras de madeira, ou causadoras de erosão em estruturas de concreto” (MIGOTTO, 2000).

Os primeiros esforços na tentativa de encontrar uma substância controladora do crescimento desses organismos foram feitos em navios, que tem seus cascos severamente atingidos pelo “fouling”. WHOI (1952) diz que, historicamente o desenvolvimento de defesas “anti-fouling” vem seguindo este caminho:

- 1) O uso de coberturas metálicas, o que culminou na descoberta da cobertura de cobre como sendo uma medida efetiva.
- 2) A invalidação do uso da cobertura de cobre devido à construção de navios de ferro, visto que o cobre prejudicava esses navios.
- 3) Os eventuais sucessos na fabricação de tintas capazes de combater o estabelecimento dos organismos marinhos que também poderia ser aplicado sobre estruturas de ferro ou aço.

Muitas sugestões para o seu controle, são baseadas em entender a fisiologia e distribuição dos organismos que o formam (WHOI, 1952). Segundo WHOI (1952), um importante fator a ser levado em consideração quando tratamos de seu controle é a localização geográfica visto a grande diferença do número de larvas em diferentes regiões do mundo.

Diversos trabalhos que focam o estudo de organismos marinhos incrustantes e a comunidade que formam (“fouling”), já vêm sendo realizados nos últimos anos. Grande é o número de trabalhos investigando a necessidade ou não de filmes formados por bactérias e

algas no substrato, indutores de recrutamento de larvas em placas de "fouling" (e.g. Todd & Keough, 1994; Brancato & Woolcott, 1982, apud Giordano, 2001). E segundo Giordano (op. cit.), em outras áreas de Ciências e Tecnologia, o interesse maior volta-se para o desenvolvimento de produtos "anti-fouling".

“No Brasil, grande parte dos trabalhos realizados em relação ao “fouling” trata principalmente da sucessão ecológica que ocorre nessas comunidades. Trabalhos da distribuição da fauna em gradientes verticais de costões rochosos da costa Sudeste do Brasil são relativamente comuns, registrando-se entre eles os de Nonato & Pérès (1961), Oliveira-Filho & Mayal (1976), Petersen et al. (1986), Paula (1987), Rosso (1990) e Rocha (1995). No caso de gradientes horizontais, a disponibilidade é bem menor, incluindo-se aí os de Jacobi (1984, 1987), Guerazzi, (1987) e o de Johnscher-Fornasaro et al. (1990)” (GIORDANO, 2001).

Apesar da existência de outros trabalhos realizados na região estuarina de Santos, como os de Eston (1981), Giordano (2001) e Borges (2002), não há registros de algum outro trabalho realizado no interior do estuário, e que se empenharam, principalmente, na obtenção de dados sobre a biomassa, biovolume e diversidade dos organismos nessa região. Além de não existirem também, outros estudos comparativos entre São Vicente, Cubatão e Guarujá simultaneamente. Sendo esse, um trabalho pioneiro em busca dessas respostas.

A Baixada Santista por ser uma região turística atrai muitas pessoas principalmente no Verão. Visto isso, se nesse período (verão) a quantidade de esgoto é maior, então a quantidade de matéria orgânica disposta na água do mar conseqüentemente aumenta, favorecendo o maior desenvolvimento dos organismos componentes do “fouling”.

## 2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como seu principal objetivo:

→ Estudar a comunidade de “fouling” da região estuarina de Santos – SP

A fim de alcançá-lo, o trabalho objetiva mais especificadamente:

→ Medir a cobertura das placas de “fouling”

→ Medir a biomassa dos organismos encontrados formando a comunidade

→ Medir o volume ocupado por esses animais

→ Listar as espécies que colonizam as placas

→ Comparar os diferentes locais de amostragem levando em conta duas estações do ano distintas (verão e inverno)

### 3. MATERIAS E MÉTODOS

#### 3.1. Local de estudo

A figura 1 representa a área estuarina onde o estudo foi realizado.

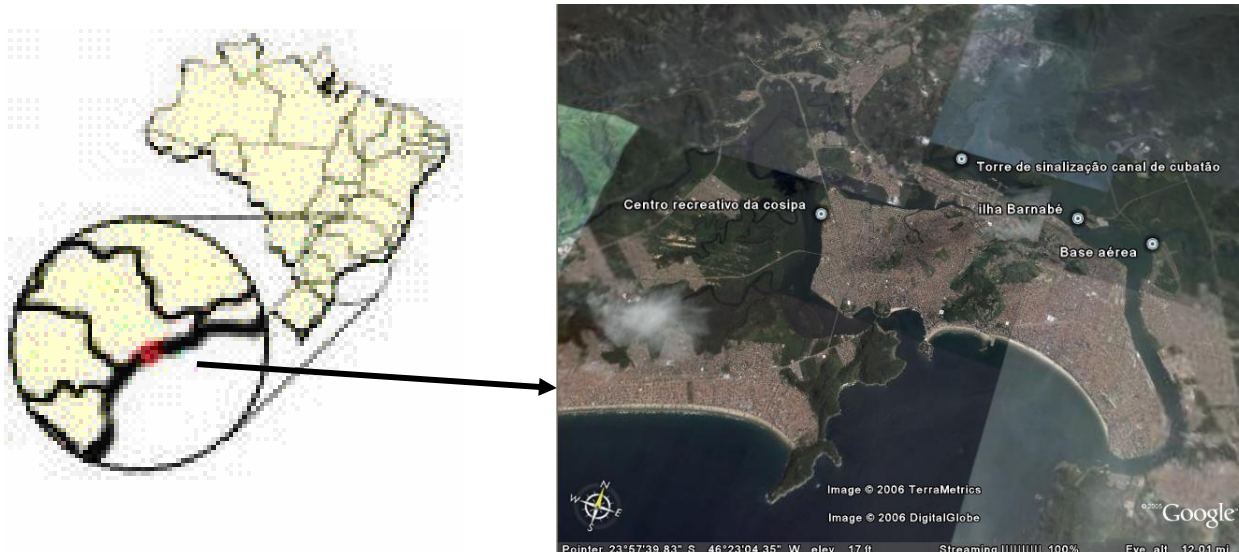


Fig. 1: Mapa do Brasil, do Estado de São Paulo e a Imagem de satélite do Estuário de Santos - São Vicente obtida através do Programa Google Earth (GOOGLE EARTH, 2006).

A Baixada Santista é a área central do litoral paulista, compreendida entre Bertioga, a nordeste, Mongaguá, a sudoeste, Santos, no litoral, e estendendo-se até a escarpa da Serra do Mar, para o interior (Goldenstein, 1972 *apud* Eston, 1981).

“As planícies locais são constituídas por extensões de terras baixas resultantes de processos recentes de sedimentação fluvial e marinha” (ESTON, 1981). Segundo o mesmo autor, a falta de declividade dessas planícies dificulta o escoamento das águas, havendo a formação de meandros e canais. Dois tipos de rios atingem essa região: os que tem suas nascentes na Serra do Mar, responsáveis por intensa sedimentação fluvial, como os rios Cubatão, Mogi, Quilombo, Jurubatuba; e os rios de pequeno curso, praticamente de planície, como os rios Casqueiro, Cascalho, Mourão e Onças (Godenstein *apud* Eston 1981).

A região da Baixada Santista, banhada pelas águas do oceano Atlântico, apresenta um clima quente e úmido, com temperatura média anual de aproximadamente 22 C° e pluviosidade elevada, com índices anuais variando de 2.000 a 2.500 mm (Eston, 1981). Fevereiro é o mês que apresenta as médias mensais de temperatura mais elevadas (25,3 C°) e julho apresenta as médias mais baixas (18,2 C°) e não existem estações de seca na região (Eston 1981).

### **3.1.1. O Estuário**

O estuário santista pode ser considerado como um estuário de planície costeira, constituído por três grandes compartimentos; a Baía de Santos, o Estuário de Santos bem como o canal de Bertioga e o Estuário de São Vicente (Sondotécnica Engenharia S.A. 1977 *apud* Eston, 1981).

As ondas de maré que se propagam simultaneamente pelos estuários de Santos e de São Vicente encontram-se no canal do Casqueiro, uma área de “tombo de maré” que divide dinamicamente as cabeceiras dos dois estuários interiores (Eston, op. cit.) A duração da maré vazante, na camada superficial, é maior do que a duração da maré enchente, ocorrendo o inverso na camada inferior (Sondotécnica Engenharia de Solos S.A., *apud* ESTON, 1981).

Segundo Eston (op.cit) duas camadas da coluna d’água podem ser identificadas: Uma superficial, menos salgada e mais quente, cuja profundidade varia de 1 a 3 m; e outra mais profunda mais fria e salgada. O mesmo autor ainda indica que a primeira camada é formada por água vinda dos rios e da Usina Henry Borden, e a segunda por água costeira vinda da plataforma continental.

O fluxo estuarino de água doce superficial é mantido predominantemente pelas descargas da Usina Henry Borden cuja vazão média representa 90% do volume de água doce afluente ao estuário durante as estiagens, e até 75% desse volume nos períodos úmidos (Sondotécnica Engenharia de Solos S.A ., *apud* Eston 1981)

Segundo o relatório citado acima, na camada inferior, a água salgada, mais densa, oferece maior estabilidade, restringindo a mistura vertical da água. Já em observação de (Eston, 1981), há um acréscimo gradual de salinidade e do volume de água que flui mar afora

pela camada superior, devido ao transporte vertical de água salgada a partir da camada inferior, ocasionando pelos movimentos da maré.

As maiores profundidades do sistema estão nas duas camadas aéreas iniciais do complexo estuarino, na entrada do canal do Casqueiro (20 m). Na entrada da baía de Santos as maiores profundidades não ultrapassam 16-18 m (Tommasi *apud* Eston 1981).

### 3.1.2. Descrições dos locais onde as placas foram imersas

As placas de “fouling” foram colocadas em quatro locais distintos sendo estes pertencentes e três regiões:

- **São Vicente** - Centro de recreação da Cosipa, localizado no bairro Náutica Três a  $23^{\circ}56' 51,21''\text{S}/46^{\circ}25' 13,19''\text{W}$ . As placas foram colocadas em um píer flutuante. Nesta região encontramos uma vasta área de manguezais;
- **Cubatão** – Canal da Piaçaguera Guarujá, as placas foram colocadas em uma torre de sinalização desativada, que se localiza a:  $23^{\circ}54' 48,38''\text{S}/46^{\circ}22' 47,32''\text{W}$ . A região é cercada por canais e manguezais;
- **Guarujá** – As placas foram colocadas no antigo cais de atracação da ilha Barnabé, localizada a:  $23^{\circ}55' 21,59''\text{S}/46^{\circ}22' 47,32''\text{W}$ . Essa região fica bem próxima ao porto de Santos, e por ultimo na Base Aérea onde as placas foram colocadas no píer de atracação, localizado a:  $23^{\circ}55' 25,66''\text{S}/46^{\circ}18' 26,53''\text{W}$ . Esse local também é utilizado para prática de pesca.

### 3.2. Coleta do material

Este estudo foi feito na região estuarina de Santos-SP. Para sua realização, foram selecionados 4 pontos distintos que sejam propícios para o correto acompanhamento do trabalho.

Em cada um dos locais pré-selecionados foram colocadas, quatro placas de cerâmica (40 cm x 40 cm). Foi utilizado o próprio barco da Universidade Santa Cecília para levar as placas para seus respectivos locais. Elas foram individualmente amarradas aos devidos locais, na posição horizontal, e deixadas em suspensão completamente imersas na água a uma profundidade próxima a meio metro com uma das faces voltadas para baixo a fim de evitar a incidência de luz solar, e um provável crescimento de algas (Giordano, 2001), visto que o interessante é que somente os invertebrados marinhos encontrem-se aderidos à placa.

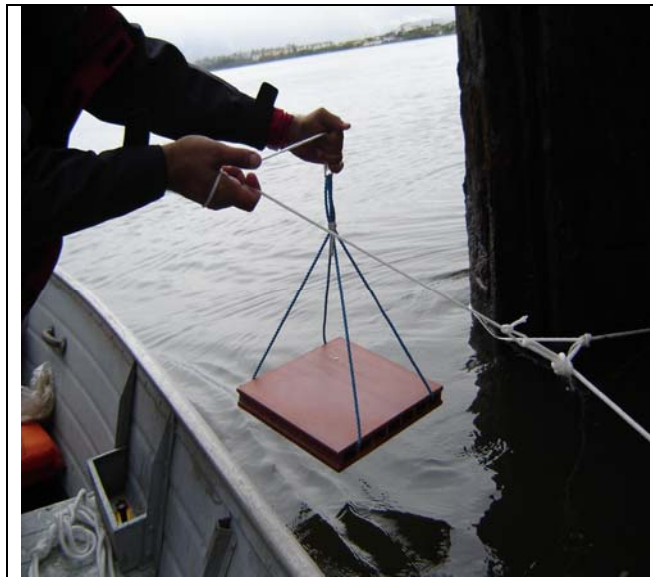


Fig. 2: Placa de “fouling” no local de estudo.

As placas de “fouling” foram deixadas no local por um período de aproximadamente 3 meses, para que todo o material resultante da exposição durante um período sazonal inteiro (verão ou inverno) seja coletado.

### 3.3. Transporte e “leitura” das placas

Passado esse período, as placas foram coletadas da água e levadas ao laboratório (Lapebio) para análise em grandes caixas de plástico com água do mar para que os organismos fossem preservados. Chegando ao laboratório, as placas foram analisadas individualmente.

Inicialmente, foi realizada a “leitura” dos organismos, que foi feita com a utilização de um gradil de PVC e fios de nylon contendo 100 pontos equidistantes chamado de método dos contatos. Cada organismo encontrado colonizando o espaço sob determinado ponto de encontro dos fios, ou o espaço onde não houver algum organismo incrustado foi anotado para que fosse observada a diversidade das espécies. Em seguida, o material encontrado na parte inferior da placa (aquela não exposta à luz solar), foi raspado com a utilização de uma espátula e coletado, sendo mantido em potes plásticos contendo álcool 70% e formol.

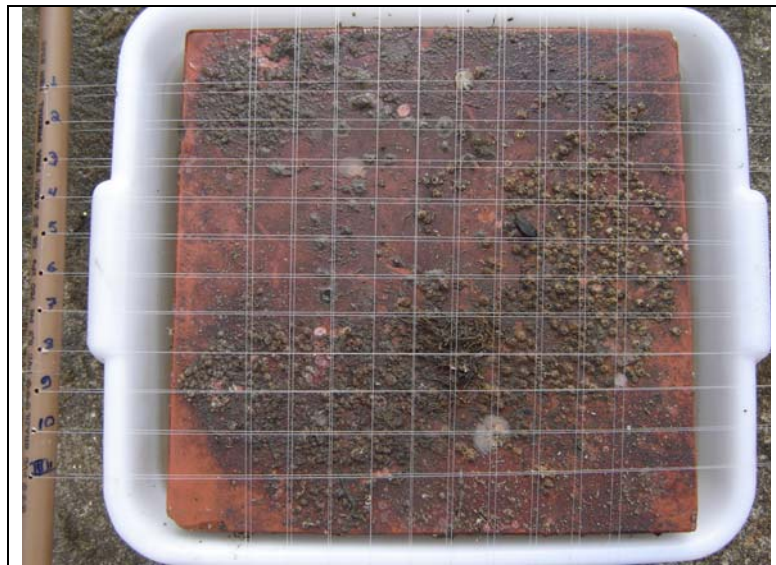


Fig. 3: Leitura das placas.

### 3.4. Análise de peso fresco e volume

Após este processo, foi realizada a análise do peso fresco e também do volume destes organismos. Para determinação do peso fresco, o material foi parcialmente secado com papel e pesado em uma balança de precisão. Para determinarmos o volume, foi utilizado um béquer de 1.800 ml e uma proveta de 500 ml. Toda a quantidade de organismos coletados das placas foi colocada no interior do béquer e o volume foi determinado pelo deslocamento do nível da água causado pelo material. Logo após esse processo, o material foi devolvido para os potes de plásticos com álcool 70% e deixado ao Sol por aproximadamente três dias para que o excesso de álcool evapore.

### 3.5. Análise de peso seco

Para determinarmos o peso seco do material coletado foi utilizada uma estufa onde o material permaneceu estocado dentro de sacos de papel por aproximadamente 2 dias a uma temperatura aproximada de 60°C. Após esse processo, o material foi retirado dos sacos de papel e pesado para obtermos enfim o seu peso seco (peso livre de resíduos líquidos).



Fig. 4: Material na estufa para obtenção de peso seco.

### 3.6. Análise de peso seco livre de cinzas

Devido ao grande volume de material coletado, para que fosse realizada a análise de peso livre de cinzas, foram separados 10% do peso seco obtido em cada uma das placas como uma alíquota para que fosse levado à mufla em três ou quatro cadinhos.

Feito isso, o material foi colocado na mufla pré-aquecida a uma temperatura de aproximadamente 600°C por duas horas, após esse período o material foi macerado através de almofariz e pistilo, pesado em uma balança de precisão, para então, chegarmos ao valor de seu peso livre de cinzas (peso da matéria orgânica). O valor do peso de cinzas total foi obtido multiplicando-se o valor da alíquota por 10.



Fig. 5: Material na mufla para obtenção de peso seco livre de cinzas.

### 3.7. Análise dos dados através do programa Succeeders



Esse trabalho está utilizando um programa que foi desenvolvido no Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (Rosso, não publicado *apud* Giordano) o programa Succeeders 1.0, destinado inicialmente a computar os valores de recobrimento para cada espécie a partir de um grande número de registros literais organizados numa planilha-texto organizada como mostra a figura 1.2 e a figura 1.3. Feito isso, o programa passa ao cálculo de vários índices usuais de diversidade e dominância listados na janela de entrada na figura 1.4. Os únicos parâmetros exigidos são o número de tempos, o número de placas (ou réplicas) em cada tempo, e o número de pontos na horizontal e na vertical por placa.

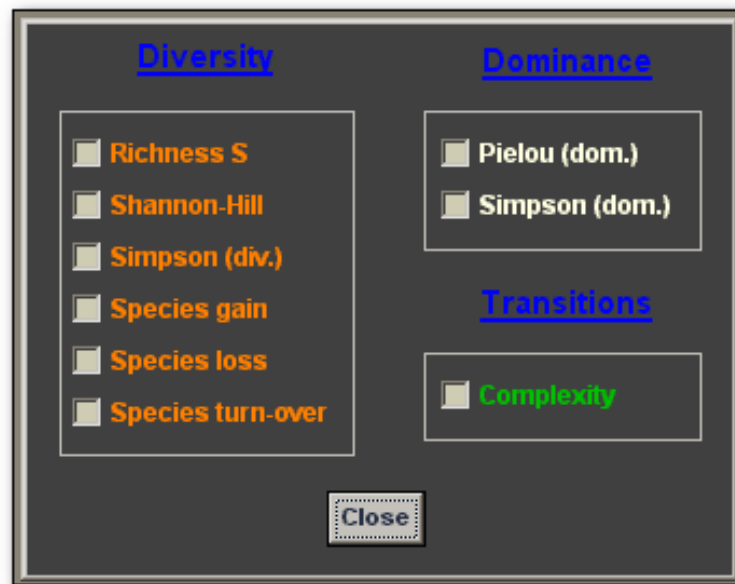


Fig. 6: Caixa de opções de índices de diversidade, dominância e riqueza apresentada ao usuário pelo programa Succeeders 1.0. utilizados no trabalho.

Os recobrimentos específicos podem ser gravados na forma de arquivos-texto e também apresentados na tela através do módulo gráfico Microsoft Graph. As curvas em função do tempo podem representar valores para uma espécie nas diversas placas, ou valores médios para um conjunto de espécies selecionadas pelo usuário.

Quanto aos índices de diversidade e dominância o mesmo módulo pode apresentar espectros temporais dos valores de um índice selecionado nas diversas placas, valores médios das placas referentes a vários índices, ou ainda valores médios de um índice com os respectivos intervalos de confiança calculados através de uma técnica de “bootstrap”.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Campanha de verão

Nem todas as 16 placas colocadas nos locais de estudo puderam ser recuperadas. Somente 14 foram resgatadas e posteriormente analisadas. 3 placas no Canal da Cosipa (CC), 3 placas na Base Aérea de Santos (BA), 4 placas no píer da Cosipa em São Vicente (SV) e 4 placas na Ilha Barnabé (BNB).

#### 4.1.1. Volume

Foram observados grandes valores de volume no verão. O ponto que registrou os maiores valores de volume no verão foi Canal da Cosipa, seguido pelo “Píer” da Cosipa em São Vicente, Base Aérea e posteriormente pela Ilha Barnabé com valores médios de 2.760 ml, 2.688,75 ml, 1.031,67 ml e 721,25 ml respectivamente.

**Tabela 1: Volume – verão – Ilha Barnabé**

	Volume (ml)
Placa 1	630
Placa 2	1.055
Placa 3	500
Placa 4	700

**Tabela 2: Volume – verão – Base Aérea**

	Volume (ml)
Placa 1	1.040
Placa 2	940
Placa 3	1.115

**Tabela 3: Volume – verão – Canal da Cosipa**

	Volume (ml)
Placa 1	2.835
Placa 2	2.200
Placa 3	3.245

**Tabela 4: Volume – verão – São Vicente**

	Volume (ml)
Placa 1	2.650
Placa 2	3.170
Placa 3	2.925
Placa 4	2.010

#### **4.1.2. Peso fresco, peso seco e peso de cinzas**

As placas de verão mostraram grandes valores de peso fresco, peso seco e peso de cinzas. O maior valor foi obtido na placa 2 do “Pier” da Cosipa em São Vicente, que registrou valores máximos de 3.931 g de peso fresco, 1.914,40 g de peso seco e 994 g de peso de cinzas, e o menor valor foi observado na análise da placa 3 da Ilha Barnabé com valores de 623 g de peso fresco, 372,90 g de peso seco e 216 g de peso de cinzas. As tabelas 5, 6, 7 e 8 mostram os resultados:

**Tabela 5: Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – verão – Ilha Barnabé**

	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)	Peso de Cinzas (g)
Placa 1	702	274,68	209,80
Placa 2	1.101	443,20	326
Placa 3	623	372,90	216
Placa 4	866	293,30	234,20

**Tabela 6: Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – verão – Base Aérea**

	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)	Peso de Cinzas (g)
Placa 1	1.346	470	403
Placa 2	964	270	142
Placa 3	1.297	353	328

**Tabela 7: Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – verão – Canal da Cosipa**

	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)	Peso de Cinzas (g)
Placa 1	3.081	1.345	888
Placa 2	2.387	941	653
Placa 3	3.556	1.312,66	1.066,70

**Tabela 8: Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – verão – São Vicente**

	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)	Peso de Cinzas (g)
Placa 1	3.014	877,62	742
Placa 2	3.931	1.914,40	994
Placa 3	3.510	1.065,82	907,50
Placa 4	2.434	1.498	455,50

#### **4.1.3. Teor de matéria orgânica (MO)**

Os valores de MO (peso seco livre de cinzas) seguiram as tendências observadas anteriormente quando foram analisados peso fresco, peso seco e peso de cinzas, onde observou-se os maiores valores obtidos nas placas do “Pier” da Cosipa em São Vicente, seguidos pelo Canal da Cosipa, pela Ilha Barnabé e posteriormente, pela Base Aérea com valores médios de 564,21 g, 330,32 g, 99,52 g e 73,33 g respectivamente.

As placas do “Pier” da Cosipa em São Vicente mostraram grande ganho de biomassa durante o verão. A placa com maior biomassa dentre todas (placa 4) chegou a ganhar aproximadamente 11,58 g por dia durante esse período.

**Tabela 9: Teor de Matéria Orgânica (MO) – verão – Ilha Barnabé**

	MO (g)
Placa 1	64,88
Placa 2	117,20
Placa 3	156,90
Placa 4	59,10

**Tabela 10: Teor de Matéria Orgânica (MO) – verão – Base Aérea**

	MO (g)
Placa 1	67
Placa 2	128
Placa 3	25

**Tabela 11: Teor de Matéria Orgânica (MO) – verão – Canal da Cosipa**

	MO (g)
Placa 1	457
Placa 2	288
Placa 3	245,96

**Tabela 12: Teor de Matéria Orgânica (MO) – verão – São Vicente**

	MO (g)
Placa 1	135,62
Placa 2	920,40
Placa 3	158,32
Placa 4	1.042,50

#### **4.1.4. Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou**

De modo geral, não foram observados altos valores dos índices relacionados durante as análises das placas de verão. Os maiores valores de Riqueza S e Diversidade de Shannon-Hill foram observados nas placas colocadas na Ilha Barnabé e na Base Aérea. Observou-se a maior riqueza de espécies na placa 4 da Ilha Barnabé ( $S = 12$ ).

As placas colocadas no Canal da Cosipa e no píer de São Vicente mostraram-se pobres quanto à riqueza de espécies no verão. Baixos valores de Diversidade de Shannon-Hill também foram observados para estas placas.

Quanto à Dominância de Pielou, foram observados baixos valores nas placas da Base Aérea e da Ilha Barnabé devido ao grande número de espécies presentes nas respectivas placas, sem que houvesse uma espécie caracteristicamente dominante.

Uma situação oposta é observada nas placas do píer de São Vicente e do Canal da Cosipa. Em ambos locais foi possível constatar altos valores de Dominância de Pielou. Este fato foi particularmente evidente em duas placas (Placa 2 e Placa 3) colocadas no píer de São Vicente onde foi observada apenas uma espécie colonizando as placas. Os resultados podem ser observados nas tabelas 13, 14, 15 e 16:

**Tabela 13: Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - verão - Base Aérea**

	Riqueza S	Diversidade de Shannon-Hill	Dominância de Pielou
Placa 1	5	3,16	0,28
Placa 2	7	4,13	0,27
Placa 3	10	7,13	0,15

**Tabela 14: Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - verão - Ilha Barnabé**

	Riqueza S	Diversidade de Shannon-Hill	Dominância de Pielou
Placa 1	9	6,24	0,17
Placa 2	7	4,39	0,24
Placa 3	10	6,03	0,22
Placa 4	12	5,92	0,28

**Tabela 15: Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - verão - São Vicente**

	Riqueza S	Diversidade de Shannon-Hill	Dominância de Pielou
Placa 1	3	1,51	0,62
Placa 2	1	1	1
Placa 3	1	1	1
Placa 4	3	1,44	0,67

**Tabela 16: Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - verão - Canal da Cosipa**

	Riqueza S	Diversidade de Shannon-Hill	Dominância de Pielou
Placa 1	2	1,53	0,39
Placa 2	4	1,60	0,66
Placa 3	4	1,72	0,61

#### 4.1.5. Lista dos taxa - verão

Porifera

Classe Demospongia

Ordem Haplosclerida

Família Halicionidae

**Haliclona 1**

Ordem Poecilosclerida

Família Mycalidae

*Mycale americana*

Cnidaria

Classe Hydrozoa

Família Eudendriidae

*Eudendrium sp*

Ectoprocta

Classe Gymnolaemata

Ordem Cheilostomata

Família Membraniporidae

*Membranipora sp*

Família Buguliidae

*Bugula turrita*

Ordem Ctenostomata

Família Vesiculariidae

*Zoobotryon pellucidum*

Mollusca

Classe Bivalvia

Família Mytilidae

*Mytela falcata*

Annelida

Classe Polychaeta

Sedentaria

Família Sabellidae

**Sabellidae 1**

Arthropoda

Classe Crustacea

Cirripedia

Ordem Thoracica

Família Balanidae

***Balanus trigonus***

Urochordata

Classe Ascidiacea

Ordem Stolidobranchia

Família Styelidae

***Styela plicata***

***Botryllus sp***

Ordem Aplousobranchia

Família Didemnidae

**Didemnidae 1**

## 4.2. Campanha de Inverno

Dentre as 16 placas colocadas para análise no inverno somente 10 foram recuperadas sendo 4 na Base Aérea (BA), 4 na Ilha Barnabé (BNB) e 2 no píer da Cosipa em São Vicente (SV). Nenhuma placa foi recuperada no Canal da Cosipa (CC), impossibilitando assim a análise deste ponto no período de inverno.

### 4.2.1. Volume

Foram observados menores valores de volume no inverno comparativamente aos do verão. O ponto que registrou os maiores valores de volume no inverno foi a Base Aérea, seguido pela Ilha Barnabé e posteriormente pelo píer da Cosipa em São Vicente com valores médios de 587,50 ml, 330 ml e 75 ml respectivamente.

**Tabela 17: Volume – inverno – Ilha Barnabé**

	Volume (ml)
Placa 1	20
Placa 2	600
Placa 3	300
Placa 4	400

**Tabela 18: Volume – inverno – Base Aérea**

	Volume (ml)
Placa 1	500
Placa 2	650
Placa 3	400
Placa 4	800

**Tabela 19: Volume – inverno – São Vicente**

	Volume (ml)
Placa 1	50
Placa 2	100

#### 4.2.2. Peso fresco, peso seco e peso de cinzas

As placas de inverno registraram valores de peso fresco, peso seco e peso de cinzas consideravelmente menores do que aqueles observados nas placas de verão. O maior valor desse índice foi encontrado na placa 4 da Base Aérea que registrou valor máximo de 831,94 g de peso fresco, 180,50 g de peso seco e 101,10 g de peso de cinzas, enquanto o menor valor foi observado na placa 1 da Ilha Barnabé com valores de 27,60 g de peso fresco, 7,48 g de peso seco e 5,90 g de peso de cinzas. As tabelas 20, 21 e 22 mostram os resultados:

**Tabela 20: Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – inverno – Ilha Barnabé**

	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)	Peso de Cinzas (g)
Placa 1	27,60	7,48	5,90
Placa 2	680,66	173,20	134
Placa 3	348,40	98,68	75,50
Placa 4	446,17	128,08	102,60

**Tabela 21: Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – inverno – Base Aérea**

	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)	Peso de Cinzas (g)
Placa 1	520,73	101,33	65,40
Placa 2	756,65	166,22	96,90
Placa 3	401,38	68,80	30,30
Placa 4	831,94	180,50	101,10

**Tabela 22: Peso Fresco, Peso Seco e Peso de Cinzas – inverno – São Vicente**

	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)	Peso de Cinzas (g)
Placa 1	55	18,36	15,46
Placa 2	85,02	30,05	23,70

### 4.2.3. Teor de matéria orgânica (MO)

Os resultados obtidos na análise do MO (peso seco livre de cinzas) seguiram obviamente o que se esperava analisando os resultados acima, sendo que, o ponto onde foi observado maior valor de MO foi a Base Aérea, seguido pela Ilha Barnabé e posteriormente pelo “Pier” da Cosipa em São Vicente com valores médios de 55,79 g, 22,36g e 4,62 g respectivamente.

A placa que mostrou maior ganho de biomassa no inverno foi a placa 4 da Base Aérea que chegou a ganhar aproximadamente 0,88 g por dia durante esse período.

**Tabela 23: Teor de Matéria Orgânica (MO) – inverno – Ilha Barnabé**

	MO (g)
Placa 1	1,58
Placa 2	39,20
Placa 3	23,18
Placa 4	25,48

**Tabela 24: Teor de Matéria Orgânica (MO) – inverno – Base Aérea**

	MO (g)
Placa 1	35,93
Placa 2	69,32
Placa 3	38,50
Placa 4	79,40

**Tabela 25: Teor de Matéria Orgânica (MO) – inverno – São Vicente**

	MO (g)
Placa 1	2,90
Placa 2	6,35

#### 4.2.4. Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou

Foi possível constatar um relativo aumento da diversidade nas placas de inverno. O maior valor de Diversidade de Shannon-Hill observados nas respectivas placas ( $H' = 8,41$ ) foi encontrado na placa 4 da Ilha Barnabé.

As placas de inverno também mostraram valores elevados de Riqueza S. Os pontos com maior riqueza no inverno foram a Ilha Barnabé e a Base Aérea. Seguindo o alto valor de Diversidade de Shannon-Hill, a placa 4 da Ilha Barnabé também foi aquela que apresentou a maior riqueza entre todas ( $S = 12$ ).

A Dominância de Pielou apresentou baixos valores nas placas de inverno, seguindo o aumento da diversidade. O maior valor foi encontrado na placa 2 da Ilha Barnabé, enquanto o menor valor foi encontrado na placa 1 da Base Aérea.

**Tabela 26: Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - inverno - Ilha Barnabé**

	Riqueza S	Diversidade de Shannon-Hill	Dominância de Pielou
Placa 1	5	2,58	0,41
Placa 2	10	3,71	0,43
Placa 3	11	7	0,19
Placa 4	12	8,41	0,14

**Tabela 27: Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - inverno - Base Aérea**

	Riqueza S	Diversidade de Shannon-Hill	Dominância de Pielou
Placa 1	6	4,53	0,16
Placa 2	11	4,67	0,36
Placa 3	9	5,96	0,19
Placa 4	11	5,42	0,29

**Tabela 28: Riqueza S, Diversidade de Shannon-Hill e Dominância de Pielou - inverno - São Vicente**

	Riqueza S	Diversidade de Shannon-Hill	Dominância de Pielou
Placa 1	6	3,29	0,33
Placa 2	4	2,49	0,34

#### 4.2.5. Lista dos taxa – inverno

##### Cnidaria

Classe Hydrozoa

Família Eudendriidae

*Eudendrium sp*

Classe Anthozoa

Família Actiniidae

*Bunodosoma caissarum*

##### Ectoprocta

Classe Gymnolaemata

Ordem Cheilostomata

Família Membraniporidae

*Membranipora sp*

Família Buguliidae

*Bugula neritina*

*Bugula turrita*

##### Mollusca

Classe Bivalvia

Família Mytilidae

*Mytela falcata*

##### Annelida

Classe Polychaeta

Sedentaria

Família Sabellidae

**Sabellidae 1**

##### Arthropoda

Classe Crustacea

Cirripedia

Ordem Thoracica

Família Balanidae

*Balanus trigonus*

Malacostraca

Ordem Amphipoda

Família Corophiidae

*Corophium acherusicum*

Urochordata

Classe Ascidiacea

Ordem Stolidobranchia

Família Styelidae

*Styela plicata*

**Styelidae 1**

**Styelidae 2**

Ordem Aplousobranchia

Família Didemnidae

**Didemnidae 1**

**Didemnidae 2**

## 5. DISCUSSÃO

“Os organismos denominados de Invertebrados, incluem atualmente 34 filos animais. A maioria destes ocorre apenas, ou principalmente, nos mares e oceanos, havendo 15 filos com representantes exclusivamente marinhos e 5 predominantemente marinhos” (MIGOTTO, 2000). Aproximadamente 2.000 espécies de animais e plantas foram catalogadas através do “fouling” (WHOI, 1952). Apesar do número de espécies catalogadas por meio do “fouling” serem grande e bem distribuído por entre os grupos de organismos existentes, ele inclui uma proporção muito pequena dentre as espécies marinhas conhecidas (WHOI, op. cit.).

De acordo com Wahl & Banaigs (1991) a intensidade do “fouling” em uma determinada superfície depende de pelo menos três principais parâmetros:

- 1) Pressão local, que na realidade é o produto do “pool” da intensidade de colonizadores e a atividade biológica das águas locais (temperatura, nutrientes, iluminação, etc.).
- 2) Tempo de exposição da considerada superfície, que pode ser determinada pela longevidade de um organismo.
- 3) Propriedades físico-químicas de uma superfície não-vivas (textura, permeabilidade, coloração, toxicidade, etc) ou de uma maneira geral, possíveis defesas “anti-fouling” de um organismo.

Nosso experimento mostrou os dois primeiros fatores como sendo os mais importantes na estruturação das placas de “fouling”.

Segundo os mesmos autores, existe certa tendência de que uma superfície desprotegida seja colonizada mais rapidamente e que possua maior diversidade em uma região tropical do que se a mesma superfície se encontrasse em águas árticas ou se a mesma não fosse apropriada para colonização devido à toxicidade ou algum sistema de defesa.

Um dos objetivos deste estudo é verificar a formação da comunidade em estações do ano distintas. “Em regiões onde se observa grandes mudanças de temperatura de acordo com a sazonalidade, a reprodução e o crescimento de muitos organismos são reprimidos durante o período de inverno. Em regiões tropicais, as mudanças sazonais são relativamente pequenas e o “fouling” pode ocorrer ininterruptamente durante o ano. Mesmo assim, sob tais condições, as espécies que aderem a um substrato recém exposto, variam de mês a mês.” (WHOI, 1952).

“A interpretação de estabelecimento sazonal do “fouling” é complicado devido ao fato de que o processo reprodutivo já possui um ritmo imposto pelo tempo requerido para a maturação dos produtos sexuais do adulto, o desenvolvimento da larva até o estágio onde ela já se encontra pronta para se estabelecer no substrato e o crescimento dos organismos que já se encontram aderidos até o ponto onde estejam prontos para darem origem a uma nova geração.” (WHOI, 1952)

As condições ideais para que esse processo ocorra da melhor maneira são impostos pelo ambiente no qual se encontram as larvas. Segundo WHOI (1952) caso as condições sejam desfavoráveis, este ciclo pode ser interrompido e retomado quando as condições se tornarem favoráveis novamente. “Muitas espécies passam o inverno em sua fase adulta, que é estimulado à atividade sexual com a chegada da primavera” (WHOI, 1952). “Não se deve pensar que o inverno é a única época onde a reprodução é interrompida. Altas temperaturas no verão podem ser desfavoráveis à reprodução levando as espécies a se reproduzirem somente no inverno” (WHOI, 1952). De acordo com WHOI (1952), condições que são favoráveis para uma espécie podem não influenciar outra. A escassez de uma espécie pode aumentar o número de outras espécies em superfícies teste desde que isso deixe mais espaço disponível para o estabelecimento da outra.

Quando tratamos de distribuição sazonal a temperatura aparenta ser a principal condição a ser levada em consideração. No entanto, outros fatores podem estar influenciando direta ou indiretamente (WHOI, 1952). Assim como citado em WHOI (1952), outros fatores que podem interferir no desenvolvimento do “fouling” são a intensidade dos raios solares que, sendo menores em uma determinada região, podem diminuir a intensidade da fotossíntese realizada por plantas e que conseqüentemente irão diminuir a quantidade de alimento disponível para os animais e também o volume pluviométrico que também pode variar de região para região de acordo com a estação do ano. Durante a época de chuvas mais

abundantes, o volume dos rios que chegam ao mar pode aumentar causando um relativo aumento na salinidade de certo local podendo criar um ambiente desfavorável para o bom desenvolvimento de uma espécie em particular.

O verão mostrou ser uma época do ano com grande acúmulo de biomassa. O ponto onde se observou a maior concentração foi no “Pier” da Cosipa em São Vicente. O valor aí obtido é, no entanto, muito menor do que estudos semelhantes como o de Rajagopal *et al.* (1997) realizado na costa da Índia e que registrou 64 kg m<sup>-2</sup> em um período de 30 dias. Os valores obtidos nesta parte da costa indiana são também um dos maiores já registrados.

O número de taxa encontrado no trabalho citado acima também é bem superior ao nosso. Em relação à diversidade de organismos incrustados na placa o inverno registrou valores maiores, mesmo essa diferença sendo pequena.

Em alguns pontos de estudo a pouca diversidade no verão está relacionada principalmente à grande dominância da espécie *Mytella falcata* em duas das placas lá colocadas, chegando a colonizar totalmente a superfície da mesma não dando oportunidade ao assentamento de outros organismos.

Uma especulação pode ser feita em relação a esse acontecimento associando-o à grande eutrofização nesta estação do ano e neste ponto de estudo (“Pier” da Cosipa em São Vicente) que se encontra próximo a efluentes de esgoto, o que aumenta a quantidade de nutrientes disponíveis na coluna da água para o desenvolvimento deste mexilhão.

Essa região mostrou maior sucesso no desenvolvimento do mexilhão *M. falcata*. Em pontos mais afastados desta fonte de nutrientes (Base Aérea e Ilha Barnabé), esses organismos não foram encontrados com tanta evidência e uma comunidade mais rica e diversificada pôde se desenvolver nas placas dos respectivos pontos de estudo.

Em relação ao inverno, as placas coletadas nos três pontos de estudo (não foi recuperada nenhuma placa do Canal da Cosipa) mostraram maior diversidade após a análise da comunidade, mesmo nas placas do ponto onde no verão foi observada grande dominância do mexilhão *M. falcata*.

Podemos especular que o inverno favorece a formação de uma comunidade mais equilibrada devido à distribuição mais uniforme dos nutrientes na região estuarina de Santos.

Além do mexilhão *M. falcata* outros organismos exprimiram grande importância quanto a cobertura das placas. Dentre eles estão principalmente: os poliquetas sabelídeos e a ascídia solitária *Styela plicata*, cracas da espécie *Balanus trigonus* também foram encontradas ocupando grande parte do substrato. De acordo com Werner *apud* Garcia & Moreno (1998) esta espécie de craca encontra-se confinada a regiões tropical e subtropical.

O clímax de recrutamento de espécies varia de acordo com a época do ano. Em estudo realizado por Garcia & Moreno (1997), o pico de recrutamento da craca *Balanus trigonus* ocorreu entre os meses de Janeiro e Abril.

Pode-se especular que tal fato pode responder o porquê da tamanha abundância de uma espécie dominante no verão. Faz-se necessário, no entanto, uma melhor compreensão dos ciclos reprodutivos e de recrutamento desta espécie.

No inverno, não foi observado um determinado organismo que se mostrou mais dominante em relação aos outros. Mesmo assim, nas placas de inverno foi encontrado um grande número de poliquetas sabelídeos, ascídias coloniais das famílias Didemnidae e Styelidae e briozoários arborescentes das espécies *Bugula turrata* e *Bugula neritina*.

Outro fato interessante observado no inverno foi o grande número de espaços não colonizados (espaço vazio) nas placas, o que poderia indicar possível predação de organismos e/ou larvas, como também a incapacidade de assentamento de larvas no substrato nessa estação do ano em particular.

Um trabalho semelhante foi realizado por Mook (1976) em um estuário norte-americano. Em seu trabalho, este autor encontrou cracas do gênero *Balanus* colonizando placas de “fouling” no outono e na primavera. Este autor também encontrou poliquetas sabelídeos principalmente nas placas de verão. Quanto aos briozoários arborescentes, ele os observou colonizando as placas principalmente nos meses mais frios do ano. Segundo o trabalho realizado por este mesmo autor, ascídias coloniais foram muito numerosas nos meses

relacionados à primavera e ao verão. Em seu trabalho, a ascídia solitária *Styela plicata* não foi encontrada durante os meses de análise.

Para Mook (1976) os invertebrados componentes do “fouling” podem ser divididos em dois grupos. Um grupo composto de animais que ocupam o substrato durante o ano todo ou somente durante os meses mais frios, o que sugere que os mesmos têm capacidade de tolerar amplas variações térmicas. O outro grupo é composto por organismos tropicais estenotérmicos cuja distribuição é restrita aos meses mais quentes do ano.

Os valores de Riqueza S obtidos no verão mostram valores semelhantes àqueles observados no trabalho de Giordano (2001) também realizado na região estuarina de Santos – São Vicente. No entanto, quando comparamos o período de inverno, é possível observar que nossas placas registraram valores de Riqueza S relativamente maiores, o que pode possivelmente ser explicado devido ao fato de nossas placas estarem dispostas em locais diversificados dentro do estuário.

Os valores de Dominância de Pielou também foram semelhantes àqueles observados no trabalho de Giordano (2001) tanto no verão quanto no inverno. Vale a pena ressaltar o alto valor deste índice obtido em um dos nossos locais de estudo devido à colonização de *Mytella falcata* em duas das placas deste local.

Em relação à Diversidade de Shannon-Hill, quando comparamos este trabalho ao de Giordano (2001), observamos novamente semelhança nos resultados obtidos. No entanto, observamos baixos valores deste índice em dois de nossos locais de estudo devido à colonização de espécies dominantes no verão.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Um trabalho que visa analisar os efeitos da sazonalidade em uma comunidade de “fouling” necessita ser preferencialmente de longo prazo, devido principalmente, às alterações das condições ambientais em uma mesma estação do ano, em um mesmo local, porém em anos diferentes. Outro fator importante a ser levado em consideração em estudos desta natureza diz respeito à interferência de ações antrópicas no local onde se desenvolve a comunidade.

O presente trabalho serve como introdução a futuros estudos, necessários para uma melhor compreensão dos efeitos desses fatores no desenvolvimento e estruturação das comunidades de “fouling” do Estuário de Santos-São Vicente – SP.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, M.J. & UNDERWOOD, A.J. Effects of substratum on the recruitment and development of an intertidal estuarine fouling assemblage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 184, No.2: 217-236. 1994.

BUSS, L.W. Group Living, Competition, and the Evolution of Cooperation in a Sessile Invertebrate. *Science*, 213:1012-1014. 1981.

BORGES, R.P. Recrutamento em substrato artificial consolidado no estuário de Santos (Santos – SP): um estudo em médio prazo. São Paulo. Tese de doutorado. Instituto de Biociências da USP. 92 p. 2002.

ESTON, V.R. Recobrimento primário de substratos artificiais submersos no estuário de Santos (São Paulo, Brasil). São Paulo. Dissertação (Mestrado). Instituto Oceanográfico da USP. 116 p. 1981.

GARCIA, C.B. & MORENO, I. Recruitment, growth, mortality and orientation patterns of *Balanus trigonus* (Crustacea: Cirripedia) during succession on fouling plates. *Scientia Marina*, 62 (1-2): 59-64. 1998.

GIORDANO, F. Colonização de placas de “fouling” no estuário de Santos (Santos-SP): Análises transicional e de sensibilidade complementando a abordagem baseada em recobrimentos específicos e diversidade. São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da USP. 141 p. 2001.

GRAY, J.S. Animal sediment relationship. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 12: 223-271. 1974.

HAAG, W.R.; BERG, D.J. & GARTON, D.W. Reduced Survival and Fitness in Native Bivalves in Response to Fouling by the Introduced Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in Western Lake Erie. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50: 13-19. 1993.

JACOBI, C.M. & LANGEVIN, R. Habitat geometry of benthic substrata: effects on arrival and settlement of mobile epifauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 206: 39-54. 1996.

MENGE, B.A. Relative importance of recruitment and other causes of variation in rocky intertidal community structure. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology*, 146: 69-100. 1991.

MIGOTTO, A.E. Avaliação do estado do conhecimento da diversidade de invertebrados marinhos no Brasil. *Avaliação do Estado do Conhecimento da Diversidade Biológica do Brasil*. MMA – GTB/CNPq – NEPAM/Unicamp. 65p. 2000.

MOOK, D. Studies on fouling invertebrates in the Indian River 1. Seasonality of settlement. *Bulletin Of Marine Science*, 26(4): 610-615. 1976.

RAJAGOPAL, S.; NAIR, K.V.K.; VAN DER VELDE, G. & JENNER, H.A. Seasonal settlement and succession of fouling communities in Kalpakkam, east coast of India. *Journal of Aquatic Ecology*, 30(4): 309-325. 1997.

SUTHERLAND, J.P. & KARLSON, R.H. Development and Stability of the Fouling Community at Beaufort, North Carolina. *Ecological Monographs*. 47: 425-446. 1977.

WAHL, M. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine Ecology Progress Series*, 58: 175-189. 1989.

WAHL, M. & BANAIKS, B. Marine epibiosis. III. Possible antifouling defense adaptations in *Polysyncraton lacazei* (Giard) (Didemnidae, Ascidiacea). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 145: 49-63. 1991.

WAHL, M.; HAY, M.E. & ENDERLEIN, P. Effects of epibiosis on consumer-prey interactions. *Hydrobiologia*, 355: 49-59. 1997.

WOODS HOLE OCEANOGRAPHY INSTITUTE (WHOI). Marine Fouling and its Prevention. Annapolis, Maryland. U.S. Naval Institute. 1952.

ZOBELL, C.E. & ALLEN, E.C. The significance of marine bacteria in the fouling of submerged surfaces. *Journal of Bacteriology* 29(3): 239-251. 1935.