

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

MAURICIO POSSEDENTE DOS SANTOS

**DISTRIBUIÇÃO, DENSIDADE, BIOMASSA E PRODUÇÃO
PRIMÁRIA DE *SPARTINA* SPP NO SISTEMA ESTUARINO
DE SANTOS, SP, BRASIL**

Santos-SP

Novembro 2007

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MAURICIO POSSEDENTE DOS SANTOS

DISTRIBUIÇÃO, DENSIDADE, BIOMASSA E PRODUÇÃO
PRIMÁRIA DE *SPARTINA* SPP NO SISTEMA ESTUARINO
DE SANTOS, SP, BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Santa Cecília, sob a orientação do Prof. Msc. João Marcos Miragaia Schmiegelow.

Santos-SP

Novembro 2007

MAURICIO POSSEDENTE DOS SANTOS

**DISTRIBUIÇÃO, DENSIDADE, BIOMASSA E PRODUÇÃO PRIMÁRIA DE
SPARTINA SPP NO SISTEMA ESTUARINO DE SANTOS, SP, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Santa Cecília.

Data da aprovação: ____/____/____.

Banca Examinadora

**Prof. Msc. João Marcos Miragaia Schmiegelow
Orientador**

Prof. Dr. Fábio Giordano

Prof. Msc. Paulo de Salles Penteadó Sampaio

*Dedico este trabalho aos meus pais
Armando e Christina, às minhas irmãs
Patrícia (in memoriam) e Simone.*

*Ninguém cresce sozinho, sempre é
preciso um olhar de apoio, uma palavra
de incentivo, um gesto de compreensão,
uma atitude de amor.
A vocês, que estão ao meu lado sempre.*

AGRADECIMENTOS

A **Deus** em primeiro lugar.

Aos meus pais **Christina** e **Armando**, por todo apoio e ajuda que vocês me deram.

À minha irmã **Simone**, por toda a sua ajuda e discussões deste trabalho.

Ao meu orientador **Prof. João Marcos Miragaia Schmiegelow**, pelas várias horas de dedicação, inúmeras sugestões valiosas e palavras de incentivo e de demonstração que em uma pesquisa deve-se sempre ser criterioso e ter bom senso.

Ao professor **Dr. Fábio Giordano**, desde o início da faculdade sempre foi muito atencioso em me ajudar e esteve presente na minha formação como Biólogo.

À minha grande amiga **Sandra Regina**, por sempre me dar bons conselhos.

Ao meu tio **Francisco Antonio Salerno**, pelas contribuições.

Ao **Projeto ECOMANAGE**, pela bolsa de estudos e as pesquisas que originaram o meu TCC.

A toda **equipe do ECOMANAGE**, Kim, Paula, João, Renan, Bruno e Lu que me ajudaram na realização deste trabalho.

Ao professor **Dr. Roberto Pereira Borges**, que me mostrou muitos caminhos e sempre esteve disposto a me ajudar e a discutir sobre o meu trabalho.

À **Carmem Meneghetti** e todos os alunos que me ajudaram.

À **Universidade Santa Cecília**, por ceder os laboratórios e materiais para realização deste trabalho.

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações.” (Artigo 225 da Constituição).

RESUMO

As marismas são importantes produtoras de matéria orgânica, contribuindo para uma das mais importantes formas de transferência de energia no estuário. Elas também são consideradas importantes para estuários porque promovem moradia, alimento, refúgio para acasalamento, para muitas espécies de aves, roedores, répteis, peixes e crustáceos. Um grupo vegetal muito importante que compõe as marismas é o do gênero *Spartina* spp que está muito bem adaptado às condições estuarinas, sendo capaz de tolerar tanto as variações climatológicas, como as flutuações de salinidades. Este também, suportando longos períodos de exposição e inundação, formando densos bancos na região entre marés. Este gênero coloniza áreas instáveis, como planícies de marés, diminuindo o impacto causado por erosão. Facilitando o estabelecimento de propágulos, mostrando a sua presença essencial em comunidades pioneiras no ambiente costeiro. No estuário de Santos, constatamos a ocorrência de duas espécies: *Spartina alterniflora* e *S. densiflora*. Avaliou-se a distribuição de *Spartina alterniflora* e *S. densiflora* percorrendo-se a área de estudo usando embarcação, visitou-se todos os bancos entre Agosto de 2006 a Março de 2007. Em cada Banco estimou-se a densidade de indivíduos vivos com dois quadrantes (50 x 50 e de 25 x 25 centímetros quadrados, dependendo de sua densidade). Foram estabelecidas três áreas amostrais do sistema estuarino de Santos, avaliou-se a produção primária pela variação de biomassa de *S. alterniflora* (principal espécie). Estas três áreas foram escolhidas, a partir de cinco pré-requisitos: cobertura superior a 90%, ser um banco mono específico, homogeneidade (na sua altura e densidade), sua extensão ser suficientemente grande para permitir as amostragens, com o mínimo de prejuízo para o ambiente e ser um lugar de fácil acesso onde o barco pudesse transportar-nos na maioria das diferentes situações de maré. Utilizou-se um quadrante amostral de 35 x 35 cm, com cinco réplicas, cortando rente ao solo. Avaliou-se entre Março a Agosto de 2007. Separou-se os indivíduos, em componentes vivo e morto – depois secos em estufa. Estimou-se a produção primária, através do método Smalley. Os resultados mostraram uma área total ocupada 167.741,65 m² de *S. alterniflora* com uma densidade média de 77,37 ± 59,20 indivíduos por metro quadrado e 14.785,89 m² de *S. densiflora*, com uma densidade de 567,45 ± 259, 87 indivíduos por metro quadrado. A biomassa aérea de *S. alterniflora* do estuário inteiro 147,91 toneladas de peso seco por metro quadrado e sua produção primária líquida aérea 135,42 toneladas de peso seco, no período amostral.

PALAVRAS-CHAVES: Estuário; *Spartina alterniflora*; *Spartina densiflora*; Produção primária; marismas.

ABSTRACT

The salt marshes are important organic matter producers, contributing to one of the more important way of energy transfer in the estuaries. They are also considered important to estuaries because they promote home, food, mate refuge and nursery for many species of birds, rodents, reptilians, fishes and crustaceans. One important salt march plant group belongs to genus *Spartina* spp, that is very well adapted to estuarine conditions, being capable to tolerate climatic variations as well salinity fluctuations. They also support high dry and flood periods, forming dense banks in the intertidal areas. This genus colonizes instable areas like tide planes reducing the erosion impacts; they facilitate the propagules establishment, showing an essential presence in pioneer communities at the coastal environment. In the Santos estuarine system we found two species: *Spartina alterniflora* e *S. densiflora*. We obtained the *Spartina alterniflora* and *S. densiflora* recovered area using a boat and visiting all banks between August, 2006 and March, 2007. In each bank we estimated the alive individuals density with two quadrats (50 x 50 cm and 25 x 25 cm² depending on their density). It was choose three sample areas in the Santos estuarine system to evaluate the primary production of the *S. alterniflora* (main species) by biomass variation. These three areas were choose using five conditions: recovered bank with area higher than 90%, that they were a monospecific bank, that they had homogeneity recovered (in their height and density), their area were big enough to allowed the samples with a minimum damage to the environment and that the bank had easy access, independent of the tide height. We used a 35 x 35 cm sample quadrat with five replicates, cutting them at soil level. It was evaluated from March to August 2007. The individuals are being separated in alive and dead components – we are drying them in a stove. Primary production will be estimate using the Smalley method. The results showed a recovered area of 167,741.65 m² of *S. alterniflora* with the mean density of 77,37 ± 59,20 individuals for square meter and 14,785.88 m² of *S. densiflora* with the mean density of 567,45 ± 259, 87 individuals for square meter. In the sample period, aerial biomass of *S. Alterniflora* found in the whole estuary was 147.91 tons of dry weigt per aquare meter and net primary aerial production was 135.42 tons of dry weigt.

KEY WORD: Estuary; *Spartina alterniflora*; *Spartina densiflora*; Primary production; Salt Marshes.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização da área de estudo.	15
FIGURA 2 – Localização da região amostrada.....	18
FIGURA 3 – Separação de componente aérea vivo e morto.....	22
FIGURA 4 – Localização dos três grande bancos de <i>Spartina alterniflora</i>	23
FIGURA 5 – Banco 1 (23° 54' 53,0"S , 46° 17' 58,5"O).....	24
FIGURA 6 – Banco 2 (23° 54' 07.5"S, 46° 22' 39,7"O).....	24
FIGURA 7 – Banco 3 (23° 56' 37,5"S, 46°25'19,2"O).....	25
FIGURA 8 – Variação do alcance das marés médias nos meses estudados.....	31
FIGURA 9 – Representação de todos os bancos de <i>Spartina</i> spp.....	32
FIGURA 10 – Variação sazonal da biomassa aérea viva seca, no estuário de Santos.....	34
FIGURA 11 – Variação sazonal da biomassa aérea morta seca, no estuário de Santos.	35
FIGURA 12 – Média da biomassa total em todo período amostral.	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Médias das variáveis ambientais de cada mês estudado.....	30
TABELA 2 – Área ocupada e densidade de <i>Spartina</i> ssp no estuário de Santos.....	33
TABELA 3 – Biomassa aérea viva seca (gPS.m ⁻²).....	34
TABELA 4 – Biomassa aérea morta seca (gPS.m ⁻²)	35
TABELA 5 – Biomassa aérea média total (gPS.m ⁻²).....	36
TABELA 6 – Biomassa aérea seca total do estuário inteiro (t.PS)	37
TABELA 7 – Correlação feita através da soma da biomassa aérea líquida total (viva e morta) em cada período amostral de cada banco comparando com os dados ambientais.....	37
TABELA 8 – Produção primária líquida aérea dos três bancos (gPS.m ⁻²)	38

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	11
2 - OBJETIVOS	14
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A REGIÃO ESTUDADA	15
3.2 - DADOS METEOROLÓGICOS.....	17
3.3 - DISTRIBUIÇÃO E DENSIDADE DE <i>SPARTINA</i> SPP	17
3.4 - BIOMASSA	20
3.5 - PRODUÇÃO PRIMÁRIA LÍQUIDA AÉREA (PPLA).....	27
3.6 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS	29
4 - RESULTADOS.....	30
4.1 - DADOS METEOROLÓGICOS.....	30
4.2 - DISTRIBUIÇÃO E DENSIDADE DE <i>SPARTINA</i> SPP	32
4.3 - BIOMASSA	34
4.4 - PRODUÇÃO PRIMÁRIA LÍQUIDA AÉREA (PPLA).....	38
5 - DISCUSSÃO	39
6 - CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 -INTRODUÇÃO

“O estuário é um corpo de água costeiro semifechado, com ligação livre com o oceano aberto, estendendo-se rio acima até o limite da influência da maré, sendo que em seu interior a água do mar é mensurável diluída pela água doce oriunda da drenagem continental” (DYER,1997 *apud* MIRANDA *et al.*, 2002). A movimentação de água em seu interior gera condições ideais para o crescimento de organismos produtores primários, as macrófitas são capazes de se adaptar às situações estressantes desse ambiente e se aproveitar da grande disponibilidade de nutrientes” (KNOX, 1986, DAY *et al.*, 1989).

Dentro dos estuários, um importante produtor primário são as marismas (conjunto de plantas herbáceas que vivem em banhados salgados costeiros) (DARBY, 2006). Segundo Day *et al.* (*op. cit.*) as marismas são tidas como grandes provedoras de matéria orgânica vegetal. Lima, *et al.*, (1987) mostrou que cerca de 50% da matéria orgânica do sedimento estuarino no Alagado de Pedra de Guaratiba (RJ), originou de detritos de marismas.

A produção de detritos decorrente do processo de decomposição sustenta um dos mais importantes caminhos de transferência de energia dentro dos estuários, isto é, a teia alimentar detritívora. (DAY *et al. op. cit.*). A alta produtividade primária das marismas é considerada como essencial para o ambiente costeiro (WIEGERT & POMEROY, 1981), pela formação de áreas de refúgio para acasalamento, berçário, moradia e alimento para várias espécies de aves residentes e migratórias, incluindo ainda pequenos roedores, répteis, peixes e crustáceos (DAY *et al. op. cit.*; MICHOT *et al.*, 2002; DARBY *op. cit.*).

Apesar de sua grande produção, apenas uma pequena parte das macrófitas emergentes são utilizadas ao consumo direto pelos organismos estuarinos de níveis tróficos superiores. Adaptações morfológicas e anatômicas especiais fazem com que estas plantas apresentem materiais estruturais como celulose e lignina que são digeridas apenas por microorganismos que possuem enzimas celulósicas e lignolíticas, desta forma, a maior parte desta produção primária não é consumida diretamente, mas sim, como detrito gerado pelo lento processo de decomposição microbiana (DAY *et al. op. cit.*).

A distribuição da fauna das marismas é determinada em parte pelo efeito que as plantas exercem em características físicas como velocidade da corrente e estabilidade de sedimentos, por modificações em relação biológicas como predação e pela biologia de espécies individuais no que diz respeito à adequação da planta como um local de moradia e alimentação (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Estudos realizados em Cananéia (SP), por Takeda

(1988), Tararam *et al.*, (1991), Flynn (1993), Tararam (1994) e Attolini *et al.*, (1997), afirmam possuir uma importante macrofauna associada com as marismas.

Um grupo de plantas herbáceas que freqüentemente domina as marismas pertence ao gênero *Spartina* sp (WIEGERT & POMEROY, 1981); uma característica deste grupo é sua utilização para estabilizar o ambiente costeiro, colonizando áreas instáveis como planícies de maré e diminuindo o impacto nas áreas que possam sofrer erosão (ADAM, 1990 *apud* PEIXOTO & COSTA, 2004).

A presença de *Spartina* sp em comunidades pioneiras, bem como sua abundância nas primeiras etapas de sucessão ecológica em comunidades de manguezais, mostra ter uma grande importância para manter o sedimento com menos movimento (DAVIS, 1940 *apud* CUNHA-LIGNON, 2005). Bruno & Kennedy (2000 *apud* CUNHA-LIGNON, 2005) afirmam que a velocidade do agente transportador é reduzida e o substrato torna-se mais estável, em área onde *Spartina* sp foi removida, houve aumento da média do fluxo e aumento da instabilidade do substrato, em relação às áreas controles.

Estudos feitos na Lagoa dos Patos (RS) por Costa & Marangoni (1997), demonstraram que problemas erosivos que poderão vir a alterar a própria hidrodinâmica do estuário, pela ação das dragagens feitas no canal, que podem ser solucionados através de criação artificial de novas áreas de marismas, sendo uma alternativa barata de mitigação deste problema. Tornando o ambiente mais estável, *Spartina* sp auxilia na fixação de propágulos em ambiente costeiro (CUNHA-LIGNON, *op. cit.*).

A biomassa vegetal deste gênero influencia sobre o microclima, por sua relação com a luz e temperatura e intercâmbios hídricos, relacionando-se igualmente com a circulação de nutrientes dentro do ecossistema (ADAM, 1990; *apud* PEIXOTO & COSTA *op. cit.*).

Segundo Adaime (1976), foi observado que o gênero de *Spartina* sp está muito bem adaptado às condições estuarinas, sendo capaz de tolerar tanto as variações climatológicas, como as flutuações de salinidades, bem como longos períodos de exposição e inundação, formando densos bancos na região entre marés. Reafirmado por Darby (2006) que *Spartina* sp tolera variação da maré assim como, flutuação na salinidade de 0 até 35 psu.

Estudos de marismas são realizados com freqüência no mundo todo, como por exemplo, Smalley (1958), Morgan (1961), Teal (1962), Adams (1963), Bascand (1970) Shew *et al.*, (1981), Wiegert & Pomeroy (1981), Kennish (1986), Knox (1986), Adam (1993), Nieva & Figueroa (1997), Levinton (2001) e Darby (2006).

No Brasil, muitas regiões já foram estudadas como, por exemplo:

- Cananéia (SP) Adaime (1976), Takeda (1988), Tararam *et al.*, (1991), Flynn (1994), Tararam (1994), Attolini *et al.*, (1997) Cunha-Lignon (2001), Cunha-Lignon, (2005), Cunha-Lignon. *et al.*, (2005), Esposito *et al.*, (2006), Oliveira *et al.*, (2006);

- Lagoa dos Patos (RS) Cunha (1994), Costa. & Marangoni (1997), Cunha *et al.*, (1997), Peixoto *et al.*, (1997), Nogueira & Costa (2003), Hickenbick *et al.*, (2004), Peixoto & Costa (2004);

- Itanhaém (SP) Biudes & Camargo (2006), Alagado de Pedra Guaratiba (RJ), Lima *et al.*, (1987), Região do Mangue de Ratores (SC), Ribeiro *et al.*, (199-) e em Florianópolis (SC), Soriano-Sierra, (1990).

No sistema estuarino de Santos, não há estudos.

2 - OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivos:

- Mapear a distribuição de *Spartina* spp.
- Avaliar a densidade dos bancos de *Spartina* spp.
- Avaliar a biomassa de *Spartina alterniflora*.
- Avaliar a produção primária de *Spartina alterniflora*.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A REGIÃO ESTUDADA

A área de estudo está localizada no sistema estuarino de Santos, na porção central do litoral do estado de São Paulo, englobando parte dos municípios de São Vicente, Guarujá, Cubatão, Praia Grande e Santos (Fig.1) que fazem parte da Baixada Santista.

O potencial turístico da região, recursos pesqueiros, porto de Santos, área industrial de Cubatão, determinam a importância econômica da região (ABESSA, 2002).

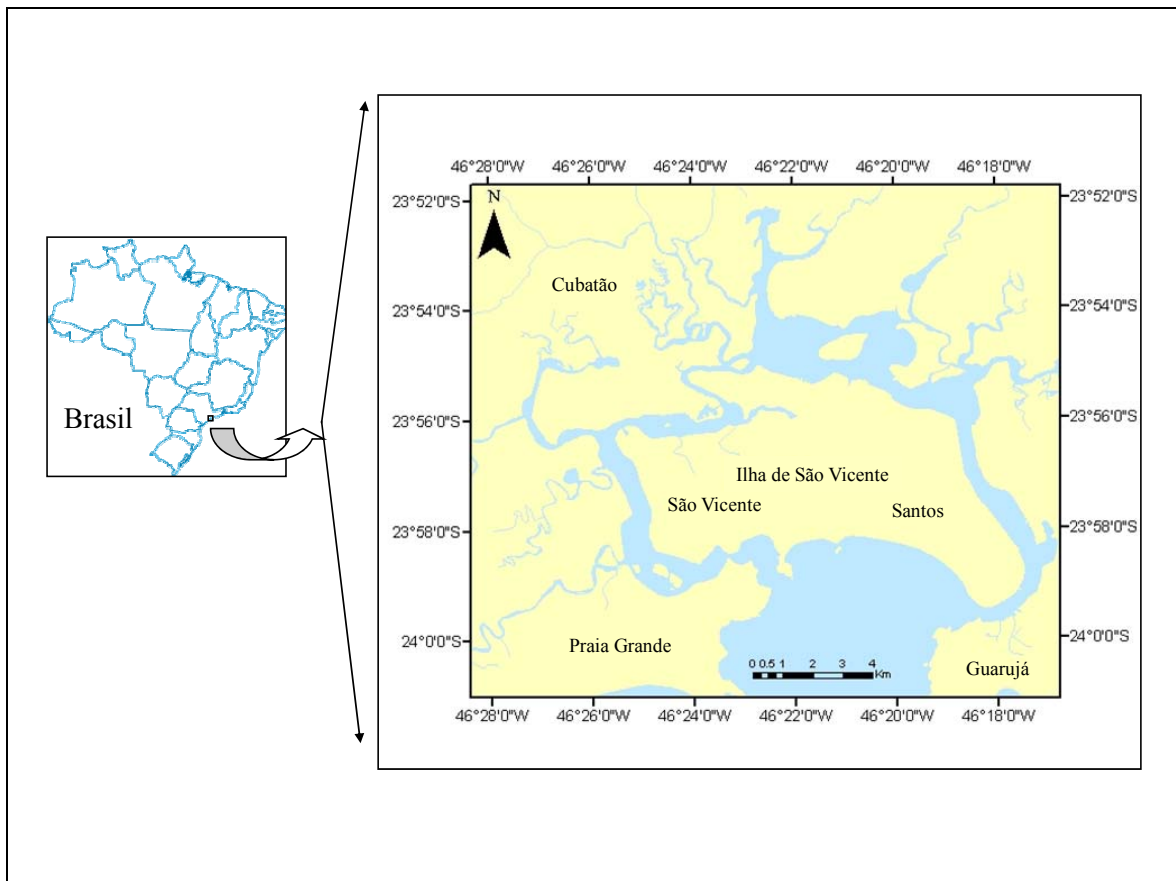


Figura 1 – Localização da área de estudo.

Segundo Santos (1965), uma das hipóteses da evolução geomorfológica da Baixada Santista é que ocorreu uma série de acontecimentos tectônicos e fisiográficos.

Através destes movimentos tectônicos sucessivos, que originaram falhamentos, epirogenismo positivo e ação do mar, que devido à variação de seu nível permitiu a formação de valas profundas, as quais, numa fase posterior, foram invadidas pelo mar, para atualmente

se apresentarem como planícies sedimentares que intercalam os espigões e os morros, constituindo a frente avançada do maciço litorâneo (LAMPARELLI, 1995).

Segundo Martins (2005), a Baixada pode ser dividida em dois comportamentos distintos: o primeiro, a Serra do Mar, corresponde a um conjunto de morros isolados, recobertos por árvores altas (18 – 20 m de altura) apresentando características de Mata Atlântica e com formação de vales, profundamente entalhados; o segundo, Baixada litorânea, que apresenta relevo de terrenos baixos, predominante planos, com baixa densidade de drenagem e padrão meandrante. Abriga comunidades vegetais variadas, como vegetação de restinga, caracterizado por arbustos e árvores perenes (MEDEIROS, 2000 *apud* MARTINS *op. cit.*).

Sua localização é um fator determinante em sua própria caracterização climática e geográfica (ABESSA, 2002). A Serra do Mar, posicionada junto à Baixada, funciona como uma barreira natural em relação à circulação atmosférica e à ocupação antropogênica (BONETTI, 2000 *apud* ABESSA *op. cit.*), influenciando, também, a bacia hidrográfica local (ABESSA *op. cit.*).

Essa região apresenta uma caracterização climática bastante peculiar, possuindo um clima quente e úmido, com temperatura média anual superior a 20°C e pluviosidade elevada, compreendida entre 2000 a 2500 mm (SANTOS, 1965). Segundo Abessa (*op.cit.*), as temperaturas podem variar entre 10°C (julho) até 38,5°C (fevereiro), enquanto a umidade relativa do ar média fica superior a 80% na maior parte do ano.

Um grande problema da Baixada Santista é a ocupação humana, que se iniciou em 1532, com a fundação da Vila de São Vicente, desde então, a região vem sendo ocupada de maneira desordenada, acarretando problemas ambientais e de saúde pública (MARTINS, *op.cit.*).

Segundo a CETESB (2001), o sistema estuarino de Santos, apresenta um dos mais importantes exemplos brasileiros de degradação ambiental por poluição hídrica e atmosférica de origem industrial em ambientes costeiros, pois a região abriga o maior porto da América Latina (o Porto de Santos) e o maior pólo industrial do país, situado em Cubatão.

“A proximidade da região metropolitana de São Paulo, a construção de uma desenvolvida infra-estrutura de transporte rodoviário, ferroviário, portuário, a disponibilidade local de água e energia elétrica, levaram, a partir da década de 50, à implantação de diversas indústrias de base (siderurgia, petroquímica, fertilizantes) em meio a uma ampla rede de canais estuarinos e extensos manguezais, confinados entre o oceano e as escarpas da Serra do Mar. Esta atividade industrial, de alto potencial poluidor, fez do estuário de Santos grande

receptor de resíduos tóxicos e efluentes líquidos contaminados. Os poluentes industriais, juntamente com os resíduos e esgotos do Porto de Santos e das cidades da região, provocaram um grave quadro de degradação ambiental, com significativos reflexos na área social e de saúde pública. Este cenário foi agravado, ainda, pela disposição de resíduos sólidos industriais e domésticos em locais impróprios, além dos freqüentes acidentes com derramamentos de óleo e outras substâncias tóxicas nos cursos d'água” (CETESB, 1979; TOMMASI, 1979 *apud* CETESB, 2001).

3.2 - DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados de temperatura média, temperatura máxima média, temperatura mínima média, pressão atmosférica ao nível do mar médio, precipitação total de chuva média e visibilidade média foram retirados do site Tu Tiempo (TU TIEMPO, 2007) a onde a coleta de dados é da estação meteorológica da base aérea de Santos, SP (Latitude 23°55'S e Longitude 46°18'O).

Dados de fotoperíodo foram retirados do site da Embrapa (EMBRAPA, 2007), a onde a coleta de dados é da microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim, localizado na fazenda Canchim, sede da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP.

As previsões das marés foram retiradas do site da Marinha (MARINHA, 2007), para o porto de Santos – Torre Grande, SP (Latitude: 23°57'S e Longitude: 46°18'O).

3.3 - DISTRIBUIÇÃO E DENSIDADE DE *SPARTINA SPP*

Avaliou-se a distribuição de *Spartina spp* no sistema estuarino de Santos, percorrendo-se com embarcação todos os canais compreendidos da região, com exceção de Cubatão, onde foram realizadas amostragens.

Ao encontrar um banco, identificou-se a espécie¹, mediu-se sua área total com auxílio de trena ou GPS quando sua extensão era considerada visualmente muito grande. Em cada banco estimou-se o número de indivíduos vivos, com o auxílio de dois delimitadores, um com 25 X 25 cm para bancos com grande densidade e outro com 50 X 50 cm para locais com menor densidade visual.

Na região de Cubatão, não foi possível percorrer todas as margens dos canais, por ser o único local que contém, na área de transição, outros vegetais, além de árvores de manguezal e *Spartina spp* e possuir uma grande quantidade de canais, o que torna a região muito extensa

¹ As espécies do gênero *Spartina spp* foram identificadas pelo Msc. Paulo de Salles Penteado Sampaio, botânico e docente da Universidade Santa Cecília.

(Fig.2). Assim, optou-se por avaliar a vegetação na interface entre a terra e os canais estuarinos através de amostragens.

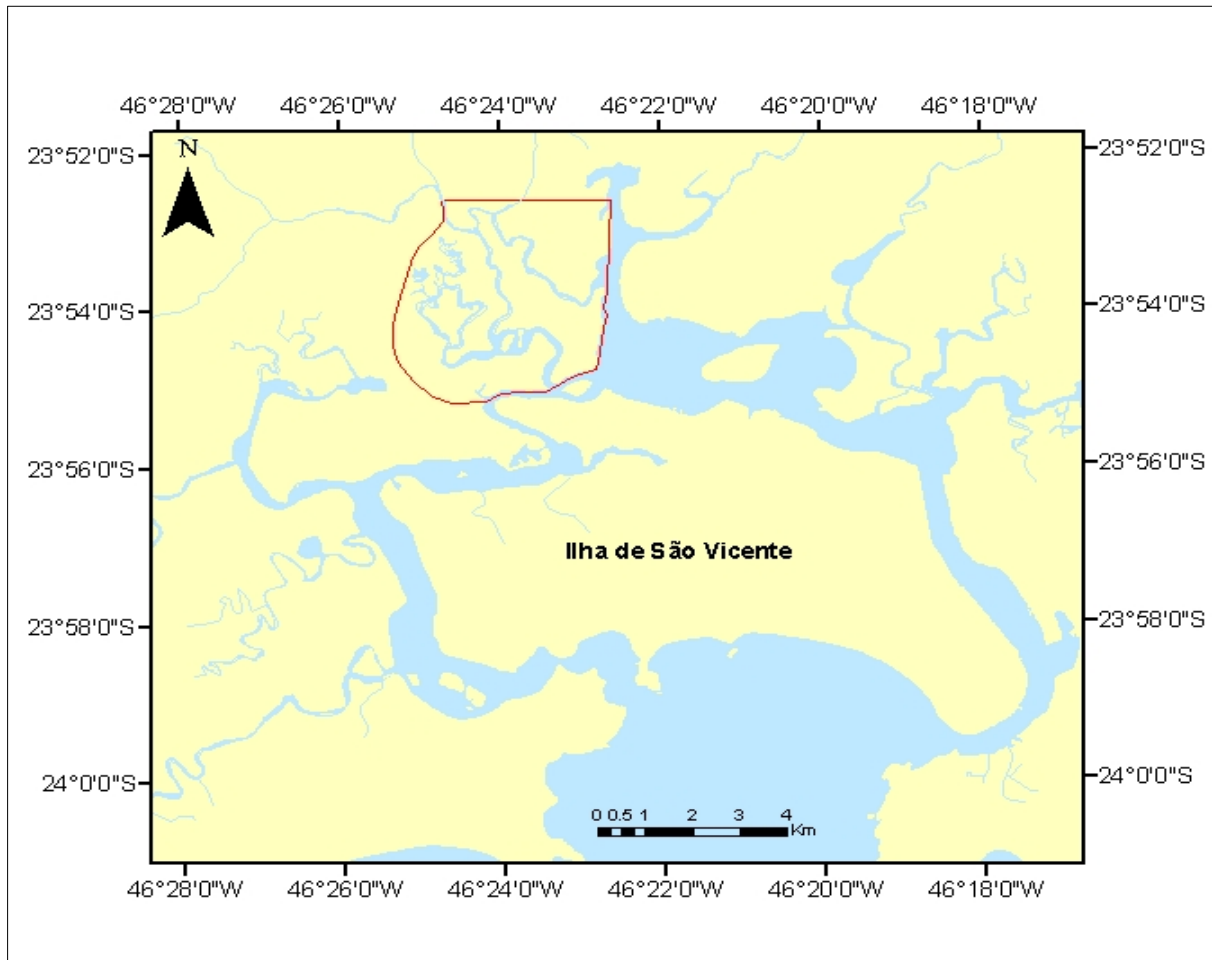


Figura 2 – Localização da região amostrada (região limitada na figura).

Os locais amostrados foram escolhidos da seguinte forma: no Google Earth criou-se um grid de 3 segundos (tanto para latitude quanto para longitude) de uma área total 18,4 Km² (região limitada na Fig.2), correspondente a quadrados de cerca de 90m de lado, dando origem a 2.350 deles. A partir disto, escolheu-se, de forma aleatória (tabela de números aleatórios gerada pelo software Excel), 5 transecções verticais e 5 horizontais. Destas, contou-se os quadrados que estavam na interface curso d'água/terra – assim chegou-se que dos 485 quadrados que compunham as 5 transecções, 105 deles ou 21,6% estavam situados na área de transição. Como a malha total continha 2.350 quadrados, isso significa que devem existir cerca de 508 quadrados que estariam na região de transição. Optamos por 10% destes, ou seja, 51 quadrados, escolhidos de forma aleatória (tabela de números aleatórios pelo software

Excel) que caíssem na interface curso d'água/terra. Desta forma, os valores encontrados foram multiplicados por 10.

As avaliações da distribuição e densidade no estuário inteiro foram feitas entre os meses de agosto de 2006 a março de 2007, totalizando 12 saídas a campo.

3.4 – BIOMASSA

Segundo Downing & Anderson (1985) os pesquisadores de campo precisam decidir o tamanho do quadrante ou delimitador de amostra a ser aplicado e o número de réplicas para estimar a biomassa.

Ecologistas terrestres concluíram que a utilização de pequenos quadrantes superestimam a biomassa vegetal; já, os maiores, apresentam uma maior precisão para o mesmo número de réplicas e outros pesquisadores sugerem que pequenos quadrantes são de maior valor efetivo, enquanto que ecologistas aquáticos utilizam-se de uma ampla variedade de tamanhos; manuais e guias sugerem diferentes tamanhos de delimitadores, mas os efeitos na exatidão e precisão da estimativa da biomassa são desconhecidos (DOWNING & ANDERSON *op. cit.*).

Com essa conclusão, optamos por utilizar um quadrante amostral de 35 X 35 cm, pois sendo de um tamanho razoável atenderia os objetivos desta pesquisa.

O número de réplicas foi estimado pela equação de Downing & Anderson (*op. cit.*), obtida através de 1200 publicações e observações estimadas sobre macrófitas aquáticas, eles sugerem uma precisão de 20%, pois uma maior aumenta muito o numero de réplicas, o que torna a coleta de amostras inviável. Demonstrada na equação (1).

$$N = 5.75 X^{-0.433} A^{-0.157} p^{-2} \quad (1)$$

Sendo:

N – Número de replicas, adimensional

X – Biomassa (g.m⁻²)

A – Área da amostra (m²)

P – Precisão de 0,2

Para calcular o N, foram feitas doze coletas preliminares de *Spartina alterniflora*, em cinco bancos no estuário (Banco 1, 23°55'11.5"S 46°17'33.2"O; Banco 2, 23°55'07.7"S 46°18'04.7"O; Banco 3, 23°54'55.7"S 46°17'58.2"O; Banco 4, 23°54'55.7"S 46°17'48.2"O e Banco 5, 23°55'03.5"S 46°18'31.6"O). No dia 15/08/06, banco 1 e 2 com 3 réplicas cada e 18/08/06, banco 3, 4 e 5 com 2 réplicas cada.

Escolheu-se cada réplica de forma aleatória (tabela de números aleatórios pelo software Excel), uma tabela com duas colunas, com distância variando de 1 a 50 metros e outra de 1 a 360 graus. Para chegar até o ponto teve-se o auxílio de trena e bússola.

Cortou-se os indivíduos rente ao solo, acondicionou-se cada réplica individualmente e conduziu-se ao laboratório. Neste, lavou-se todo material até ficar completamente livre de sedimento, algas, incrustações de cloreto de sódio e animais (CUNHA, 1994). Tararam *et al.* (1991) & Attolini *et al.* (1997), afirmam que organismos da macrofauna aparecem associados às folhas de *Spartina alterniflora* em Cananéia, Estado de São Paulo.

Separou-se a biomassa através do padrão de coloração, componente aéreo vivo e aéreo morto. Com ajuda de uma tesoura retirou-se as partes amarronzadas e amarelas das folhas, deixando-se apenas partes com coloração esverdeada e verde; nos colmos retirou-se todas as camadas superiores de marrom, até ficar apenas o colmo com coloração mais branca ou mais clara que as camadas superiores. Quando o colmo não apresentava nenhuma folha ou apenas folhas com coloração amarronzadas ou amarelas, considerou-se como indivíduo morto (Fig.3). Contou-se, apenas o número de indivíduos vivos das amostras.

Segundo Phillips & McRoy (1990) muitas partes distal das gramas marinhas podem estar velhas ou praticamente inativas fotossinteticamente, por causa disso, é importante distinguí-las em partes verdes e mortas na data da coleta para serem usadas na estimativa da produção primária.



Figura 3 – Separação de componente aérea vivo e morto.

Logo após separar em componentes vivos e mortos e contar o número de indivíduos vivos, as amostras foram conduzidas à estufa, a onde o material foi seco a 60°C (DARBY, 2006), até atingir peso constante. Pesando-se em balança semi-analítica, marca Marte, modelo MP1 V2.3, com precisão de 0,01.

Através da equação (1) de Downing & Anderson (1985), calculou-se o número de réplicas a partir do peso médio da biomassa seca, das 12 amostras, chegando no $N = 4,8$ arredondamos para 5 réplicas.

Com toda a metodologia definida para a coleta da biomassa aérea, foram pré-selecionados todos os maiores bancos do estuário.

Dentre esses, escolheu-se três com os seguintes pré-requisitos: cobertura visual da espécie dominante acima de 90 %; homogeneidade da cobertura, altura e densidade vegetal; ser um banco mono específico de *S. alterniflora*; sua extensão, suficientemente grande para permitir as amostragens, com mínimo de prejuízo para o ambiente (CUNHA, 1994), ser um lugar de fácil acesso onde o barco pudesse se locomover na maioria das diferentes situações

de maré e os bancos estarem situado em locais diferentes, sendo um o mais próximo possível da porção leste do estuário, um na porção central e outro na porção oeste.

A partir desses critérios, selecionou-se os bancos 1 ($23^{\circ}54'53,0''\text{S}$, $46^{\circ}17'58,5''\text{O}$), 2 ($23^{\circ}54'07,5''\text{S}$, $46^{\circ}22'39,7''\text{O}$) e 3 ($23^{\circ}56'37,5''\text{S}$, $46^{\circ}25'19,2''\text{O}$) estão representados na figura 4.

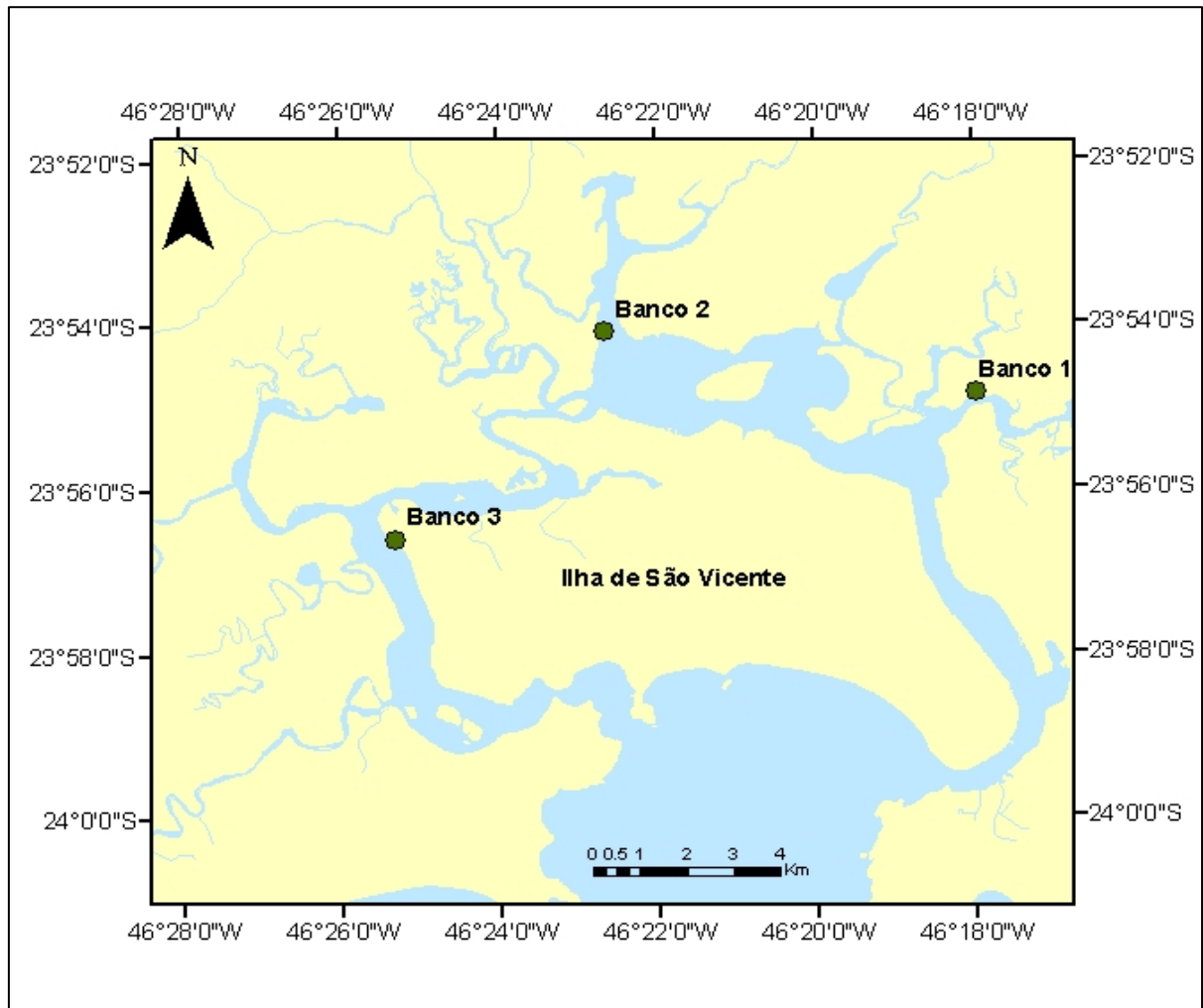


Figura 4 – Localização dos três grande bancos de *Spartina alterniflora*.

Analisou-se a biomassa aérea de *Spartina alterniflora* a partir dos bancos 1 (Fig.5) 2 (Fig.6) e 3 (Fig.7), com coletas mensalmente entre março a agosto de 2007.

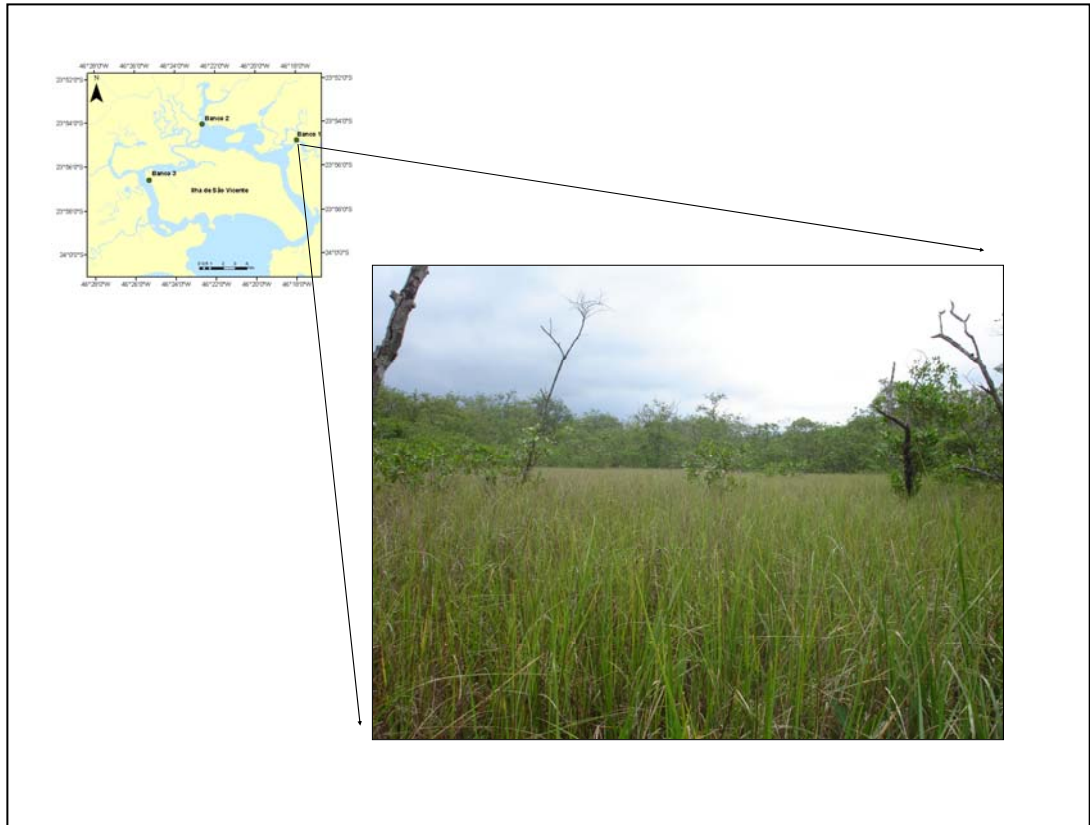


Figura 5 – Banco 1 (23° 54' 53,0"S , 46° 17' 58,5"O).



Figura 6 – Banco 2 (23° 54' 07,5"S, 46° 22' 39,7"O).

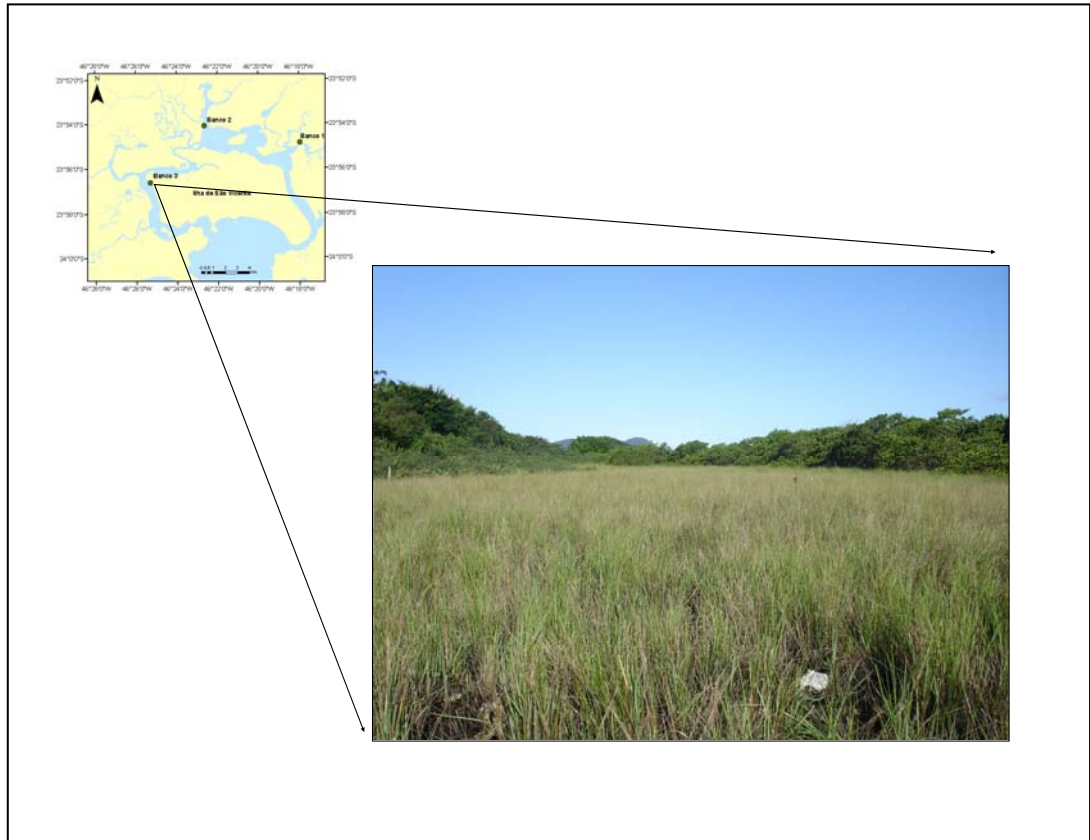


Figura 7 – Banco 3 (23° 56' 37,5"S, 46°25'19,2"O).

A partir dos resultados encontrados de biomassa dos 3 bancos (Fig. 5, 6 e 7), calculou-se a biomassa de todos os bancos do estuário.

Para calcular a biomassa total de cada banco do estuário (B), fez-se uma relação entre a média da biomassa (M_{b3}) e a média da densidade dos 3 bancos (M_{i3}) com a densidade de cada banco do estuário (D). A biomassa por metro quadrado encontrada em cada banco foi multiplicada pela sua área total do banco (A). Achando a biomassa total de cada banco, como demonstra na equação 2:

$$B = \frac{M_{b3}}{M_{i3}} \times (D \times A) \quad (2)$$

Sendo

B = Biomassa total de cada banco do estuário (gramas de peso seco - gPS)

M_{b3} = Média total da biomassa dos 3 bancos (gramas de peso seco por metro quadrado - gPS.m⁻²)

M_{i3} = Média da densidade dos 3 bancos (indivíduos por metro quadrado- ind. m⁻²)

D = Densidade (ind.m⁻²)

A = Área total do banco (m²)

Para calcular a biomassa total do estuário inteiro (Bt). Somou a biomassa total de cada banco (B), como demonstra a equação 3:

$$Bt = \Sigma B \quad (3)$$

Sendo

Bt = Biomassa total do estuário inteiro (gPS)

B = Biomassa total de cada banco do estuário (gPS)

3.5 - PRODUÇÃO PRIMÁRIA LÍQUIDA AÉREA (PPLA)

Estimou-se a Produção Primária Líquida Aérea (PPLA) a partir da biomassa dos 3 bancos (Fig.4), pelo método de Smalley (TURNER, 1976 *apud* PEIXOTO & COSTA, 2004 ; LONG & MASON, 1983 *apud* PEIXOTO & COSTA, *op. cit.*); utilizou-se este método por ser sabidamente eficiente, para comparação com outros estudos feitos no Brasil e pela facilidade de mensuração. Através das somas ponderadas (P_i) das diferenças nas biomassas viva (dBV) e morta (dBM) presente em todos intervalos amostrais, estimando a mortalidade da biomassa (LINTHURST & REIMOLD, 1978 *apud* PEIXOTO & COSTA, *op. cit.*). Segundo Crawley (1986, *apud* Cunha, 1994), a mortalidade é uma característica intrínseca de uma população e, se essa população está em estado estável (estado de equilíbrio dinâmico), a mortalidade deve ser semelhante à produção líquida nessa população pela redução da biomassa viva e acúmulos de biomassa morta.

Esta mortalidade é estimada entre duas coletas consecutivas de acordo com as seguintes condições (PEIXOTO & COSTA, *op. cit.*):

$$P_i = \text{dBV}, \text{ se } \text{dBV} > 0 \text{ e } \text{dBM} \leq 0; \quad (4)$$

$$P_i = \text{dBV} + \text{dBM}, \text{ se } \text{dBV} > 0 \text{ e } \text{dBM} > 0; \quad (5)$$

$$P_i = \text{dBV} + \text{dBM}, \text{ se } \text{dBV} \leq 0 \text{ e } (\text{dBV} + \text{dBM}) > 0; \quad (6)$$

$$P_i = 0, \text{ se } \text{dBV} \leq 0 \text{ e } (\text{dBV} + \text{dBM}) \leq 0; \quad (7)$$

$$\text{PPLA semestral} = \sum P_i \quad (8)$$

A partir dos resultados encontrados de PPLA dos 3 bancos, calculou-se a PPLA de todos os bancos do estuário.

Para calcular a PPLA de cada banco do estuário ($PPLA_{cb}$), fez-se uma relação, entre média da PPLA (M_{ppla3}), média biomassa dos 3 bancos (M_{b3}) com biomassa total de cada banco (Bt). Achando a PPLA total de cada banco ($PPLA_{cb}$), como demonstra a equação 9.

$$PPLA_{cb} = \frac{M_{ppla3}}{M_{b3}} \times Bt \quad (9)$$

Sendo

$PPLA_{cb}$ = PPLA total de cada banco do estuário (gPS no período estudado)

M_{ppla3} = Média da PPLA dos 3 bancos (gPS.m⁻² no período estudado)

M_{b3} = Média da biomassa dos 3 bancos (ind.m⁻²)

Bt = Biomassa total do estuário inteiro (gPS no período estudado)

Para calcular PPLA total do estuário inteiro ($PPLA_t$). Somou a PPLA de cada banco do estuário ($PPLA_{cb}$), como demonstra a equação 10.

$$PPLA_t = \Sigma PPLA \quad (10)$$

Sendo

$PPLA_t$ = PPLA total do estuário inteiro (gPS no período estudado)

$PPLA_{cb}$ = PPLA total de cada banco do estuário (gPS no período estudado)

3.6 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Estimou-se o valor da biomassa através da média das cinco amostras de cada mês. Obteve-se 6 valores médios, nos 3 bancos. Fez-se uma média dos dados diários de temperatura, temperatura máxima, temperatura mínima, pressão atmosférica ao nível do mar, precipitação total de chuva, visibilidade, para cada mês, obtendo-se 6 valores médios, que foram comparados com os 6 valores médios da biomassa, nos três bancos, resultando 6 valores de correlação para cada banco.

Fez-se a correlação dos valores da biomassa de cada mês estudado, com o fotoperíodo médio referentes a março a agosto entre os anos de 1991 a 1997 (EMBRAPA, 2007).

Obteve-se ainda a média da baixa-mar, preamar e a média dos dois juntos para cada mês estudado, correlacionados com a biomassa média das cinco amostras de cada mês.

4 - RESULTADOS

4.1 - DADOS METEOROLÓGICOS

O mês de março de 2007 (27,80°C) caracterizou-se por temperatura médias mais altas, entre os meses estudados, e com temperatura mínima e temperatura máxima respectivamente 22,50°C e 31,30°C (Tab.1). De abril a julho, os valores médios de temperatura só diminuíram, atingindo seu valor mínimo em julho (17,00°C), aumentando um pouco em agosto com 17,40°C (Tab.1).

A pressão atmosférica ao nível do mar média apresentou seu menor valor médio em março (1012,60mb), aumentando nos seguintes meses, com seu maior valor em agosto (1019.80mb) (Tab.1). A precipitação total de chuva média para o período de estudo (março a agosto 2007) variou entre 8.89 a 176,02mm (Tab.1).

A visibilidade média obteve seu menor valor em julho (10.8km) e seu maior em março (18,3km). (Tab.1). O fotoperíodo médio atingiu seu menor valor em junho, (320h luz.mês⁻¹) e seu maior valor em março (375h luz.mês⁻¹), (Tab.1).

Tabela 1 – Médias das variáveis ambientais de cada mês estudado. Sendo T, Temperatura média (°C); TM, Temperatura máxima média (°C); Tm, Temperatura mínima média (°C); SLP, Pressão atmosférica ao nível do mar médio (mb - milibar); PP, Precipitação total de chuva média (mm); VV, Visibilidade média (Km). Fonte: Tu Tiempo (2007). HL, Fotoperíodo médio (h luz.mês⁻¹). Fonte: Embrapa (2007)

	T	TM	Tm	SLP	PP	VV	HL
Meses							
Março	27,80	31,30	22,50	1012,60	176,02	18,30	375,00
Abril	25,90	28,60	21,90	1015,50	130,05	16,80	344,00
Maior	22,50	25,40	18,20	1017,20	78,75	16,70	339,00
Junho	21,10	25,20	16,00	1018,20	38,35	14,40	320,00
Julho	17,00	20,40	12,90	1018,70	133,87	10,80	335,00
Agosto	17,40	20,50	13,30	1019,80	8,89	10,90	349,00

Durante o estudo, em relação às marés, observou-se que a maior média total ocorreu no mês de abril (0,9122m) e a menor no mês de agosto (0,7488m), o que indica que os bancos de *Spartina* spp permaneceram mais tempo alagados no mês de abril do que em agosto. Observou-se, também, a variação da média da preamar e das médias da baixa-mar, que seguiram a mesma tendência, com valores mais altos entre março e abril e foram diminuindo nos meses seguintes, atingindo valores mínimos em agosto (Fig.8).

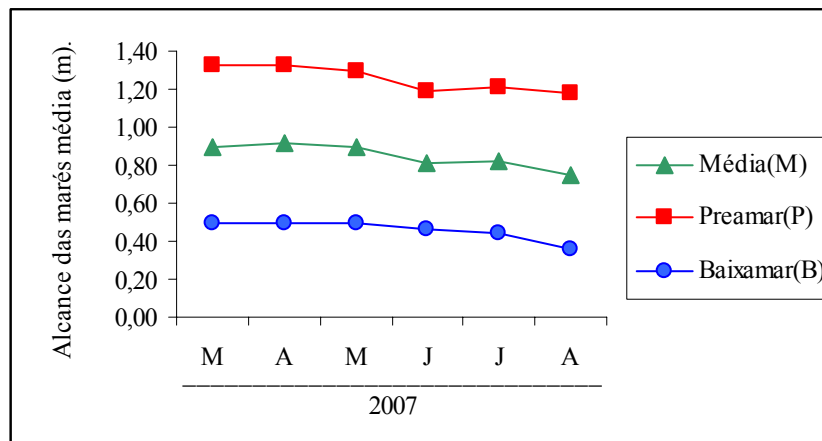


Figura 8 – Variação do alcance das marés médias nos meses estudados.

4.2 - DISTRIBUIÇÃO E DENSIDADE DE *SPARTINA* SPP

Na área de transição entre os manguezais e os canais do sistema estuarino de Santos, encontrou-se bancos constituídos das espécies de *Spartina alterniflora* Loisel. e *Spartina densiflora* Brong. (WANDERLEY, *et al.*2001). Essas duas espécies estão distribuídas ao longo do estuário, em 1128 bancos (Fig.9).

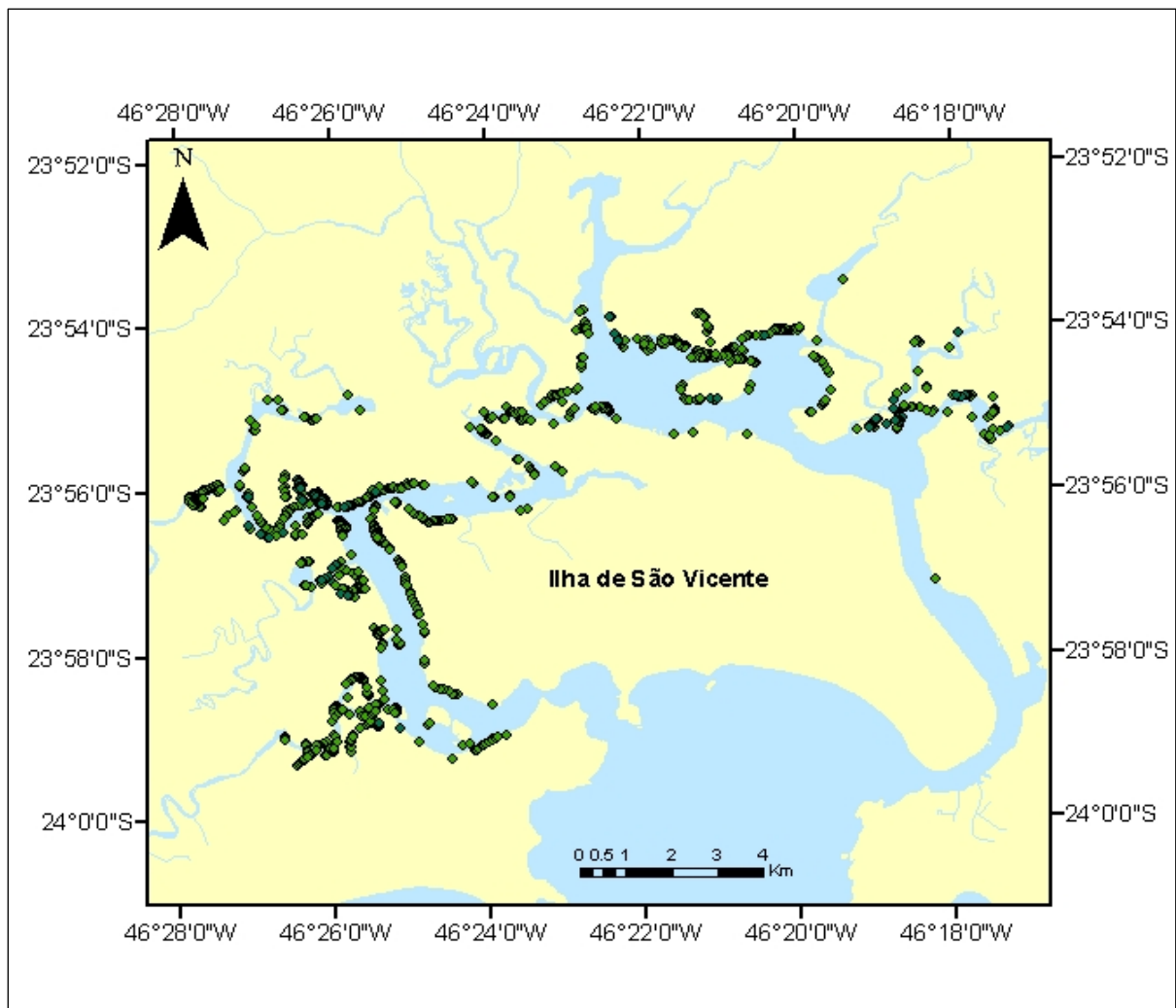


Figura 9 – Representação de todos os bancos de *Spartina* spp

A área total ocupada pela *Spartina alterniflora*, é de 167.741,65 m², com densidade média de 77,37 ± 59,20 (ind.m⁻²). Já *Spartina densiflora* apareceu em menor quantidade com uma área de 14.785,89 m², com densidade média de 567,45 ± 259, 87 ind.m⁻² (Tab.2).

Tabela 2 - Área ocupada e densidade de *Spartina* spp no estuário de Santos (± desvio padrão).

Espécie	<i>Spartina alterniflora</i>	<i>Spartina densiflora</i>
Área total (m ²)	167.741,65	14.785,89
Densidade média (ind.m ⁻²).	77,37 ± 59,20	567,45 ± 259, 87

4.3 - BIOMASSA

Observou-se maior valor de biomassa aérea viva no banco 2, em março, 543,43 gramas peso seco por metro quadrado (gPS.m^{-2}). Os bancos 1 e 3 apresentaram-se valores muito próximos no mês de março, respectivamente $385,14 \text{ gPS.m}^{-2}$ e $385,96 \text{ gPS.m}^{-2}$. Com o decorrer dos meses, o peso seco da biomassa teve um decréscimo, até junho e julho, aumentando no mês de agosto (Tab.3 e Fig.10).

Tabela 3 – Biomassa aérea viva seca (gPS.m^{-2}).

Meses	Banco 1	Banco 2	Banco 3
Março	385,14	543,43	385,96
Abril	260,47	172,65	346,44
Maió	161,43	132,78	282,58
Junho	115,10	114,73	212,14
Julho	151,01	152,11	139,27
Agosto	213,72	205,68	220,69

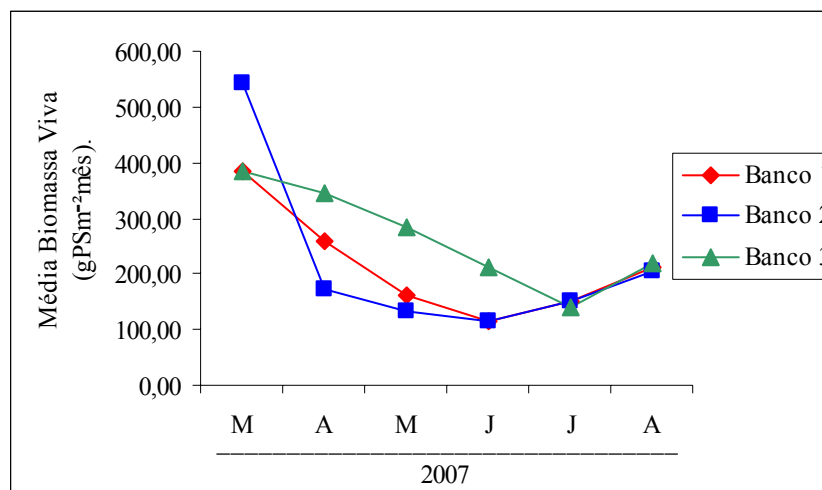


Figura 10 - Variação sazonal da biomassa aérea viva seca, no estuário de Santos.

A biomassa aérea morta seca atingiu o seu pico nos meses de março (bancos 1 e 3) e em abril (banco 2). No banco 2 no mês de abril ($382,69 \text{ gPS.m}^{-2}$), houve um rápido aumento da biomassa comparado com março ($558,80 \text{ gPS.m}^{-2}$), depois diminuiu até ficar quase constante. O banco 1, teve sua variação bem definida, alta em março ($830,53 \text{ gPS.m}^{-2}$), com um decréscimo máximo em maio ($385,18 \text{ gPS.m}^{-2}$) e logo depois um aumento no decorrer

dos estudos. O banco 3 apresentou um decréscimo em março (869,39 gPS.m⁻²) até julho (391,93 gPS.m⁻²) e no mês de agosto (676,71 gPS.m⁻²), um aumento.(Tab.4 e Fig.11).

Tabela 4 – Biomassa aérea morta seca (gPS.m⁻²).

	Banco 1	Banco 2	Banco 3
Meses			
Março	830,53	382,69	869,39
Abril	648,28	558,80	863,97
Maió	385,18	147,60	577,14
Junho	443,74	91,84	565,58
Julho	476,04	110,56	391,93
Agosto	638,11	123,17	676,71

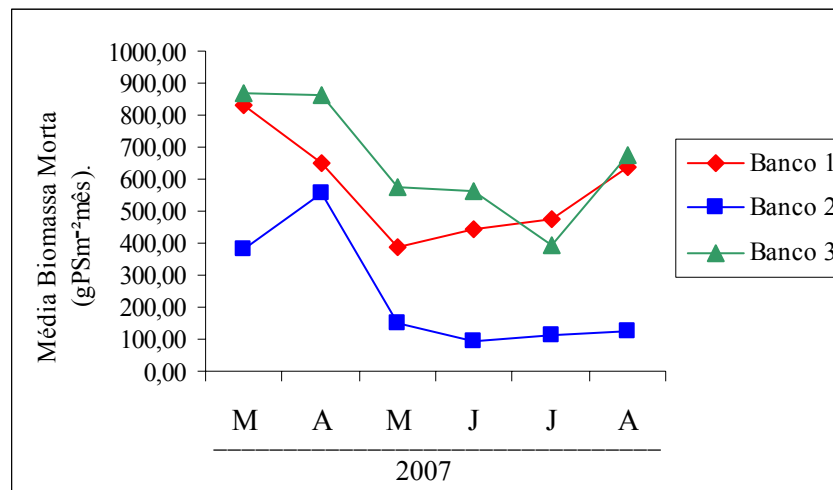


Figura 11 - Variação sazonal da biomassa aérea morta seca, no estuário de Santos.

A biomassa aérea total (soma biomassa aérea viva e morta) seca apresentou uma marcada variação sazonal, com uma alta no mês de março (nos 3 bancos), um decréscimo nos bancos 1, 2 e 3 respectivamente em maio, junho e julho e um aumento em agosto (nos 3 bancos), como se observa na Tab.5 e Fig.12.

Tabela 5 – Biomassa aérea média total (gPS.m⁻²).

	Banco 1	Banco 2	Banco 3
Meses			
Março	1215,66	926,11	1255,35
Abril	908,75	731,46	1210,41
Maio	546,60	280,37	859,718
Junho	558,83	206,56	777,719
Julho	627,04	262,67	531,199
Agosto	851,81	328,84	897,394

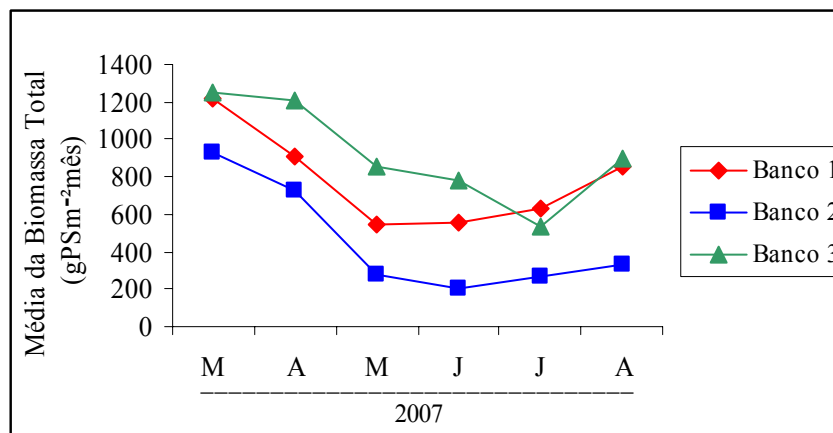


Figura 12 – Média da biomassa total em todo período amostral.

A biomassa total aérea seca do estuário inteiro 147,91 toneladas de peso seco (t PS), a biomassa aérea viva do estuário inteiro 47,97 t PS (Tab.6).

Tabela 6 – Biomassa aérea seca total do estuário inteiro (t PS).

Biomassa Viva	Biomassa Morta	Biomassa Total
47,97	99,94	147,91

A correlação entre temperatura média e biomassa aérea líquida total apresentou valores nos bancos 1, 2 e 3, respectivamente de 0,8038 ; 0,8725 e 0,9895. A temperatura máxima média, no banco 1, obteve 0,9990 de correlação (Tab.8).

A pressão atmosférica ao nível do mar apresentou valores de correlação inversamente proporcional a da variação da biomassa aérea total. A menor correlação encontrada, no estudo, foi amplitude das marés médias, no banco 1 foi 0,2861 (Tab.7).

Tabela 7 - Correlação feita através da soma da biomassa aérea líquida total (viva e morta) em cada período amostral de cada banco comparando com os dados ambientais. T, Temperatura média (°C); TM, Temperatura máxima média (°C); Tm, Temperatura mínima média (°C); SLP, Pressão atmosférica ao nível do mar médio (mb - milibar); PP, Precipitação total de chuva média (mm); VV, Visibilidade média (Km). Fonte: Tu Tiempo (2007). HL, Fotoperíodo médio(h luz.mês⁻¹). Fonte: Embrapa (2007). A, Alcance das marés médias (m). Fonte: Marinha (2007).

Correlação	Banco 1	Banco 2	Banco 3
T	0,8038	0,8725	0,9895
TM	0,9990	0,9858	0,9458
Tm	0,9036	0,9679	0,9878
SLP	-0,9774	-0,9582	-0,9085
PP	0,9546	0,9768	0,9595
VV	0,8000	0,8331	0,8180
HL	0,9149	0,8290	0,7024
A	0,2861	0,6215	0,9626

Mesmo não tendo tempo hábil para testar se as correlações são significativas, apresentaram valores elevados, em grande parte dos resultados, podendo ter grande influência na variação de biomassa no estuário de Santos.

4.4 - PRODUÇÃO PRIMÁRIA LÍQUIDA AÉREA (PPLA)

A produção primária líquida aérea (PPLA) entre março a agosto de 2007, obteve o seu maior valor no banco 2 1.012,55 gPS.m⁻². Já os bancos 1 e 3 tiveram valores respectivamente de 715,39 gPS.m⁻² e de 724,15 gPS.m⁻² (Tab.8).

Tabela 8 – Produção primária líquida aérea dos três bancos (gPS.m⁻²)

Banco 1	Banco 2	Banco 3
715,39	1.012,55	724,15

A PPLA do estuário inteiro estimada foi 134,42 t PS.

5 - DISCUSSÃO

O sistema estuarino de Santos possui duas espécies de ervas habitantes do entremarés, sendo *Spartina alterniflora* espécie dominante com área de 11,3 vezes maior do que *Spartina densiflora*.

Nas marismas mundiais, este gênero possui uma grande distribuição (LEVINTON, 2001), na América do Norte especialmente a sudeste da costa, grandes extensões de marismas são dominadas pela espécie *S. alterniflora* (WIEGERT & POMEROY, 1981) e esta dominância também ocorre entre o Golfo do México ao Canadá (DARBY, 2006) e no Sapelo Island, Geórgia (SMALLEY, 1958). Segundo Wanderley (2001) no Brasil *S. alterniflora* possui uma ampla distribuição geográfica, sendo mais comum do estado de São Paulo em direção ao sul do país.

Nas regiões equatoriais a vegetação predominante é o manguezal, cuja distribuição geográfica encontra-se limitada às coordenadas 25° N e 25° S, correspondente a faixa tropical, e uma porção dos ambientes subtropical do Globo (PEREIRA & SOARES-GOMES 2002).

Uma hipótese para explicar que este gênero, no estuário de Santos, possui pouca cobertura vegetal com 0,18km² em relação as regiões mais ao Sul do país, como por exemplo, na lagoa dos Patos com 72km² (NOGUEIRA & COSTA, 2003), é porque estamos situado em uma região de transição, a onde possui vegetação de manguezal e pequenos bancos de espécies que constituem as marismas.

S. densiflora apresentou um valor médio superior de densidade 7,3 vezes maior, variando de 240 a 1280 ind.m⁻² do que a *S. alterniflora* de 1 a 328 ind.m⁻².

A biomassa aérea viva da *S. alterniflora* apresentou um padrão sazonal bem definido, aumentando nos meses mais quentes e diminuindo nos meses mais frios. Resultados semelhantes foram encontrados, nas pesquisas de Adaime, (1976) em Cananéia (SP); Soriano-Sierra (1990) em Florianópolis (SC); Cunha (1994) na Lagoa dos Patos (RS); Morgan (1961) em Delaware (USA); e Nieva & Figueroa (1997), no estuário dos Rios Odiel e Tinto, Espanha e Darby, (2006) em Louisiana (USA). Resultados semelhantes ocorreram com *S. densiflora*, observado por Peixoto e Costa (2004) na Lagoa dos Patos (RS).

No banco 1, variou entre 385,14 gPS.m⁻² (março) a 115,10 gPS.m⁻² (junho); no banco 2 apresentou seu pico em março (543,43 gPS.m⁻²) e seu menor valor em junho (114,73 gPS.m⁻²); no banco 3, seu maior valor foi em março (385,96 gPS.m⁻²) e seu menor valor 139,27 (julho).

Em Florianópolis (SC), variou entre 30 gPS.m⁻² a 626 gPS.m⁻² (SORIANO-SIERRA, 1990), no verão chegou a um pico maior de biomassa aérea viva, do que o maior valor encontrado nos meses estudados no estuário de Santos. A biomassa aérea média em Florianópolis foi maior do que a média encontrada em cada um dos bancos amostrados, concluindo-se que esta região possui uma maior biomassa viva do que o estuário de Santos.

Na Lagoa dos Patos (RS), a biomassa aérea viva média foi de 289,3 gPS.m⁻² (período de 1992 a 1993) e 210,5 (entre 1993 a 1994) (CUNHA *et al.*, 1997) e no período de 1992 a 1993 apresentou um maior valor médio em relação ao banco 1 ou 2 ou 3, mas já entre 1993 a 1994 os 3 bancos apresentaram valores médios superiores ao encontrado no Rio Grande do Sul.

A biomassa aérea morta do estuário Santos, no banco 1 variou de 830,53 gPS.m⁻² (março) a 385,18 gPS.m⁻² (maio), banco 2 apresentou seu pico em abril (558,80 gPS.m⁻²) e seu menor valor em junho (91,84 gPS.m⁻²) e no banco 3, variou de 869,39 gPS.m⁻² (março) a 391,93 gPS.m⁻² (julho).

Na Lagoa dos Patos (RS), a biomassa aérea morta variou entre 184,54 gPS.m⁻² a 496,68 gPS.m⁻² (CUNHA, 1994) todos os valores máximos dos 3 bancos do estuário de Santos, foram maiores que o maior valor encontrado por Cunha (*op. cit.*).

A biomassa aérea de morta de *S. densiflora*, encontrada por Peixoto & Costa, na Lagoa dos Patos (RS) foi muito superior, chegando a quase 2 vezes mais a encontrada na *S. alterniflora* do estuário de Santos.

A biomassa aérea total do estuário de Santos, apresentou seu maior valor no banco 3, 1255,35 gPS.m⁻² (março) e seu menor valor no banco 2, 206,56 gPS.m⁻² (junho).

Na Lagoa dos Patos (RS), apresentou seu maior valor 798,85 gPS.m⁻² e seu menor 304,12 gPS.m⁻² (CUNHA, 1994), a biomassa aérea total de Santos em todos os 3 bancos, apresentaram valores máximos superiores ao encontrados na Lagoa dos Patos.

No trabalho de Peixoto *et al* (1997) na Lagoa dos Patos (RS), o valor de biomassa total foi de 2079,10 gPS.m⁻², muito superior ao maior valor do estuário de Santos.

A biomassa total de *S. densiflora* encontrada por Peixoto e Costa (2004) foi de 2,6 vezes maior do que a encontrada na *S. alterniflora* no estuário de Santos.

A grande quantidade de biomassa total aérea de *Spartina alterniflora* do estuário de Santos (147,91 t PS), mostra ser um grande produtor de matéria orgânica vegetal. Day *et al.* (1989) confirma que as marismas são tidas como grande provedoras de matéria orgânica, sustentando um dos mais importantes caminhos e transferência de energia do estuário, a teia alimentar detritívora.

No sistema estuário de Santos, a PPLA, no período estudado, apresentou nos bancos 1, 2 e 3, respectivamente 715,39 gPS.m⁻², 1012,55 gPS.m⁻² e 724,15 gPS.m⁻².

Na Lagoa dos Patos (RS), a PPLA foi de 816,00 gPS.m⁻².ano⁻¹(ADAIME, 1976), 668,79 gPS.m⁻².ano⁻¹ (CUNHA, 1994), 681,11 gPS.m⁻².ano⁻¹ (CUNHA *et al.*, 1997), 1707,00 gPS.m⁻².ano⁻¹(PEIXOTO *et al.*,1997).

A produção do estuário de Santos no período estudado (março a agosto) comparada com, Adaime (1976), Cunha *et al.*, (1997) foi maior (banco 2) do que a produzida na Lagoa dos Patos produzida em um ano.

Para afirmar se PPLA do estuário de Santos possui uma maior produção, precisa-se de mais tempo de estudos, concluído o período de um ano de coletas de dados.

S. densiflora na Lagoa dos Patos (RS), 3260,10 gPS.m⁻².ano⁻¹(PEIXOTO & COSTA, 2004). Assim, a PPLA produzida pela *S. alterniflora* do estuário de Santos, produziu menos, que a *S. densiflora*, da Lagoa dos Patos (RS).

No sistema estuário de Santos, a *Spartina alterniflora* apresentou uma alta produção primária, produziu nos meses estudados 134,42 toneladas de peso seco em uma área total de 167741,65 m². Segundo Santos (2004) a alta produtividade esta diretamente ligada a muitas variáveis, como por exemplo, metabolismo, CO₂, água, luz e temperatura.

A via fotossintética do tipo C4 que a *S. alterniflora* apresenta níveis de saturação para temperatura e luminosidade superiores a plantas C3 (DRAKE, 1989; *apud* CUNHA, 1994; DAY *et al.*, 1989) (ANFLFINGER & DUNN, 1979 *apud* WIEGERT & POMEROY, 1981), resultando uma maior eficiência de assimilação de CO₂ em temperaturas e intensidades luminosas elevadas (DRAKE, 1989 *apud* CUNHA, *op. cit.*).

Como consequência, as espécies de plantas C4 tendem a ser mais comuns em ambientes, por exemplo, onde o uso conservativo da água fornece uma importante vantagem seletiva. (SANTOS, 2004).

Segundo Cunha (1994), a quantidade de luz disponível para a realização da fotossíntese varia de acordo com a quantidade de luz incidente sobre a cobertura vegetal, com o comprimento de dia, com a variação do ângulo solar ao longo do dia e com o efeito de auto-sombreamento das biomassas aérea viva e aérea morta.

Santos (*op. cit.*), explica, que a taxa de fotossíntese, esta diretamente ligada à radiação solar incidente (RSI). De toda RSI sobre os vegetais, apenas a fração compreendendo 400 a 700 nm é absorvida, sendo esta faixa de luz chamada de radiação fotossinteticamente ativa.

Neste estudo apresentou uma alta correlação entre o fotoperíodo (horas de luz) e a variação da biomassa (Tab.7), podendo ser significativa e ter uma grande importância na produção desta espécie.

A temperatura afeta antes de tudo a taxa de abertura estomatal (LARCHER, 1986 *apud* SANTOS, 2004) e esta é dependente da energia disponível para o mecanismo de movimento (transporte de íons). A fotossíntese aumenta conforme a temperatura devido ao aumento da atividade enzimática (LARCHER, 1986 *apud* SANTOS *op. cit.*)

A temperatura esta muito relacionada com a produção primária já, que apresentou altos valores de correlação (Tab. 12) podendo ser significativa. Correlações positivas foram encontradas no trabalho de Cunha *et al* (1997); Costa & Marangoni, (1997) e Peixoto & Costa (2004).

No trabalho de Cunha *et al* (*op. cit.*), na Lagoa dos Patos (RS) a variação sazonal da biomassa aérea de *S. alterniflora* apresentou-se melhor relacionada com a temperatura, onde a baixa temperatura inibiu o acúmulo de biomassa e a importância da temperatura como controladora da produção em marismas dominadas por *S. alterniflora*, evidenciam a necessidade de se conhecer as respostas biológicas às alterações climáticas previstas para as próximas décadas.

Segundo Costa & Marangoni, (*op. cit.*) ambas espécies C4 de *S. alterniflora* e *S. densiflora* apresentaram um crescimento vegetativo efetivo a partir do início do verão 1996, quando ocorreram temperaturas maiores do que 20 °C.

Peixoto e Costa (2004) observaram correlações positivas significativas da produção de biomassa de cada intervalo amostral com a temperatura do ar média, sendo que nos períodos de maiores temperaturas médias no estuário da Lagoa dos Patos, *S. densiflora* demonstrou maiores taxas de produção.

No estuário de Santos não se calculou a frequência de alagamentos, usando a topografia como no trabalho de Peixoto e Costa (2004), mais obtivemos uma alta correlação, através das médias de alcance de marés como, por exemplo, no banco 3, com 0,96 podendo ser significativa.

A *S. densiflora*, segundo Peixoto e Costa (*op. cit.*), apresentou correlação positiva entre a frequência de alagamentos e taxas de produção no estuário da Lagoa dos Patos (RS). Segundo Steever *et al.*, (1976 *apud* KNOX 1986) a frequência de alagamento está muito correlacionada com a produção primária, podendo reduzir 26% a produção em um banco de marismas.

6 - CONCLUSÕES

Spartina spp foi encontrada em uma extensa área, possuindo uma grande área total, mostrando ser um importante produtor primário para o estuário de Santos.

A área ocupada por *S. alterniflora* foi 11,3 vezes maior que a de *S. densiflora*.

A biomassa aérea viva da *S. alterniflora* apresentou um padrão sazonal bem definido, aumentando nos meses mais quentes e diminuindo nos meses mais frios.

S. densiflora apresentou valor médio de indivíduos por metro quadrado maior (7,3 mais denso) que *S. alterniflora*.

A biomassa total do estuário de Santos nos meses estudados foi de 147,91 toneladas de peso seco (t PS), tendo uma biomassa aérea viva 47,97 t PS e uma biomassa aérea morta 99,94 t PS.

A PPLA no período estudado apresentou, no banco 2 (canal da Piaçaguera), 1012,5 gPSm⁻². Já nos bancos 1 (canal de Bertioga) e 3 (São Vicente) tiveram valores respectivamente de 715,4 gPSm⁻² e de 724,2 gPSm⁻².

A PPLA do estuário inteiro no período estudado foi 134,4 t PS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESSA, D. M. S. **Avaliação da qualidade de sedimentos do Sistema Estuarino de Santos, SP, Brasil.** Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Departamento de Oceanografia Biológica. São Paulo. 2002. 295p.

ADAIME, R. R. **Estudo da Variação Estacional do “Standing-Crop” e do Repovoamento em um Banco de *Spartina alterniflora* Loiseleur, 1807 no Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 72p. 1976.

ADAM, P. **Saltmarsh Ecology.** Cambridge studies in ecology. University of New South Wales. Australia. 1993. 461 p.

ADAMS, D. A. **Factores influencing vascular plant zonation in North Carolina salt marshes.** Ecology, 44(3): 445-456, 1963.

ATTOLINI, F. S.; FLYNN, M. N. & TARARAM, A. S. **Influence of *Spartina alterniflora* and tide level on the structure of polychaete associations in an euryhaline salt marsh in Cananéia lagoon estuarine region (Se Brazil).** Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Rev. bras. Oceanogr. 45(1/2):25-34, 1997.

BASCAND, L. D. **The roles of *Spartina* species in New Zealand.** Invermay Agricultural Research Centre. Department of Agriculture. 17. 1970.

BIUDES, J. F. V. & CAMARGO, A. F. M. **Changes in biomass, chemical composition and nutritive value of *Spartina alterniflora* due to organic pollution in the Itanhaém river basin (SP, Brasil).** Braz. J. Biol. 66(3): 781-789. 2006.

CETESB. **Relatório do Programa de Controle da Poluição no Sistema Estuarino de Santos e São Vicente (PROCOP).** São Paulo. 2001.

COSTA, C. S. B. ; GIANUCA, D. & TORMENA, T. **Ação de herbívoros sobre a produtividade das marimas do sul do Brasil: experimento piloto de exclusão de roedores e caranguejos Grapsidae.** 200-.

COSTA, C. S. B. & MARANGONI, J. C. **Criação de marismas com espécies nativas: Experimento piloto no sul do Brasil.** VII COLACMAR, Congresso Latino-Americano sobre Ciências do Mar, Volume 1, 1997.

CUNHA-LIGNON, M. **Dinâmica do manguezal no Sistema de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo – Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico. 2001. 57p.

CUNHA-LIGNON, M. **Ecologia de manguezais: Desenvolvimento Espaço-Temporal no sistema costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico. 2005. 198p.

CUNHA-LIGNON, M. ; ALMEIDA, R. ; MENGHINI, R. P. & SHAEFFER-NOVELLI, Y. **Monitoramento de Plântulas, Jovens de Mangue e Cobertura de *Spartina alterniflora* em manguezais no sistema costeiro Cananéia-Iguape, Litoral Sul de São Paulo**. Segundo Congresso Brasileiro de Oceanografia. - Vitória -ES – Brasil, 2005.

CUNHA, S. R. **Modelo Ecológico das Marismas de *Spartina alterniflora* Loisel (Poaceae) do Estuário da Lagoa dos Patos, RS**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Rio Grande. 1994. 104p.

CUNHA, S. R. ; COSTA, C. S. B. & ASMUS, M. L. **Efeitos da variação interanual da temperatura sobre a biomassa de *Spartina alterniflora* no estuário da Lagoa dos Patos, RS**. Universidade do Rio Grande (FURG), VII COLACMAR Congresso Latino-Americano sobre Ciências do Mar. Santos, São Paulo, Brasil. 1997.

DARBY, F. A. **Belowground biomass of *Spartina alterniflora*: seasonal variability and response to nutrients**. Dissertation. The Department of Oceanography and Coastal Sciences B. S. Our Lady of Holy Cross College. Faculty of the Louisiana State University. 2006. 99p.

DAY Jr., J. W.; HALL, C. A.; KEMP, W. M. & YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. John Wiley & Sons, New York. 1989. 558 p.

DOWNING, J. A. & ANDERSON, M. R. **Estimating the standing biomass of aquatic macrophytes**. Can J. Fish. Aquat. Sci 42: 1860-1869. 1985.

EMBRAPA. **Dados meteorológico**. Sede da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP. Disponível em: <[http:// www.cppse.embrapa.br/servicos/dados-meteorologicos/](http://www.cppse.embrapa.br/servicos/dados-meteorologicos/)> Acesso em setembro de 2007.

ESPOSITO, T.; SOUZA, D. B.; ROSSINI, D. ; SANTOS, R.; FERNANDES, S.; FLYNN, M. N. **Marismas fluxo energético e pirâmide de biomassa**. Environmental and Health Word Congress. Santos. Brasil. 2006.

FLYNN, M. N. **Aspectos ecológicos das associações de espécies e avaliação do efeito da predação sobre a estrutura da macrofauna bentônica de bancos de *Spartina* (Cananéia, SP, Brasil)**. Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Departamento de Oceanografia Biológica. 1993.169p.

HICKENBICK, G. R. ; FERRO, A. L. & ABREU, P. C. **Produção de detrito de macrófitas emergentes em uma marisma do estuário da Lagoa dos Patos: taxa de decomposição e dinâmica microbiana**. Departamento de Oceanografia. Fundação Universitária do Rio Grande – FURG. *Atântica*, Rio Grande, 26(1): 61 – 75. 2004.

KENNISH, M. J. **Ecology od Estuaries**. II. Biological Aspects. Library of Congress Cataloging. 1986.

KNOX, G. A. **Estuarine ecosystems: a systems approach**. 1. 1986.

LAMPARELLI, C. C. **Dinâmica da serapilheira em manguezais de Bertioga, região sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado em Ciências. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, 1995. 128p.

LEVINTON, J. S. **Marine Biology**. Function, Biodiversity, Ecology. Second Edition. Oxford University Press. New York. 2001. 515p.

LIMA, N. R. W. ; MARTINELLI, L. A. ; VICTÓRIA, R. L. & MOZETO, A. A. **Contribuição de matéria orgânica de *Spartina alterniflora* para o sedimento do Alagado de Pedra Guaratiba (RJ) : Uso de ¹³C como Traçador**. *Ver. Brasil. Biol.* 47(4): 487- 491 – Rio de Janeiro, RJ. 1987.

MARINHA. **Centro de hidrografia da marinha (CHM)**. Porto de Santos, Torre Grande-SP. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>. Acesso em: setembro 2007.

MARTINS, C. C. **Marcadores Orgânicos Geoquímicos em estemunhos de sedimento do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, SP: um registro histórico da introdução de hidrocarbonetos no ambiente marinho**. Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Departamento de Oceanografia Biológica. 2005. 215p.

MICHOT, T.C., BURCH, J.N., ARRIVILLAGA, A., RAFFERTY, P.S., DOYLE, T.W., and KEMMERER, R.S. **Impacts of Hurricane Mitch on Seagrass Beds and Associated Shallow Reef Communities along the Caribbean Coast of Honduras and Guatemala: USGS Open File Report 03-181**. 2002. 65 p.

MIRANDA, L. B. CASTRO, B. M. KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo. Editora Universidade de São Paulo. 2002. 424p.

MORGAN, M. H. **Annual angiosperm production on a salt marsh**. MS Thesis. Universidade of Delaware. 1961. 35p.

NIEVA, F. J. J. & FIGUEROA, M. E. **Patron de recuperacion trás fuego em uma marisma de *Spartina densiflora* brong.** VII COLACMAR Congresso Latino-Americano sobre Ciências do Mar. Volume II, 1997.

NOGUEIRA, R. X. S. & COSTA, C. S. B. **Mapeamento das marismas do estuário da Lagoa dos Patos (RS - Brasil) utilizando fotografias aéreas digitais 35mm no modo infravermelho**. II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. 2003.

OLIVEIRA, S. C. S. ; NETO, J. S.; GODOI, A ; CASSIANO, C. S. ; OLIVEIRA, M. I. ; FLYNN, M. N. **Fluxo de energia em marisma na região de Cananéia**. Environmental and Health World Congress. Santos, Brazil.2006. 679-681p.

PEIXOTO, A. R. & COSTA, C. S. B. **Produção primária líquida aérea de *Spartina densiflora* Brong. (Poaceae) no estuário da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil**. IHERINGIA, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 59, N. 1, P 27-34. 2004.

PEIXOTO, A. R. P. ; GAONA, C. A. P. ; COSTA, C. S. B. **Produção primária líquida aérea de cinco comunidades vegetais de uma marisma no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil**. COLACMAR Congresso Latino-Americano sobre Ciências do Mar. Volume II, 1997.

PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. Interciência. Rio de Janeiro.2005. 382p.

PHILLIPS, R. C.; MCROY, C. P. **Seagrass research methods**. Paris; UNESCO; 210 p. Ilus, tabs. Monographs on Oceanographic Methodology, 9. 1990.

RIBEIRO, A. G. ; SORIANO-SIERRA, E. J. & QUEIROZ, R. U. **Determinação Quantitativa de Pb, Ni, Cr e Zn em Amostras de *Spartina alterniflora* na Região do Mangue de Ratoles (ilha de Santa Catarina)**. 199-.

SANTOS, A. M. **Produtividade Primária de Macrófitas Aquáticas**. LIMNOtemas. Sociedade Brasileira de Liminologia. 2004. 33p.

SANTOS, E. O. **Características climáticas in: Baixada Santista aspectos geográficos.** Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia e Letras da Universidade de São Paulo. 1. 1965.

SHEW, D.M. ; LINTHURST, R. A and SENECA, E. D. **Comparison of Production Computation Methods in a Southeastern North Carolina *Spartina alterniflora* Salt Marsh.** Department of Botany. North Carolina State University Raleigh, North Carolina. Estuaries. Vol. 4. No. 2, p 97-109. 1981.

SMALLEY, A. E. **The growth cycle of *Spartina* and its relation to the insect populations in the marsh.** Proc. Salt Marsh Conference, Mar. Inst. Univ. Georgia, p. 96-100, 1958.

SORIANO-SIERRA, E. J. **Ecosistemas de marismas, III. A produção primária. In II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira estrutura, função e manejo.** Águas de Lindóia, SP. Pub. ACIESP nº 71-2. 1990.

TARARAM, A. S. **Distribuição espacial e temporal da macrofauna bentopelágica em marismas da região de Cananéia (SP, Brasil).** Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Departamento de Oceanografia Biológica. 1994. 169p.

TARARAM, A. S. ; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. ; GALLERRANI, G. & MIYAGI, V. K. **Fauna associada à folhas de *Spartina alterniflora* Loiseleur, 1807, em experimento de decomposição realizado em Cananéia, Estado de São Paulo.** Instituto Oceanográfico, II Simpósio sobre Oceanografia. 1991.

TAKEDA, A. M. **Estrutura de associação macrobênticas da *Spartina alterniflora* Loiseleur, 1807 no complexo estuarino-Lagunar de Cananéia.** Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Departamento de Oceanografia Biológica. 1988. 70p.

TEAL, J. M. **Energy flow in the salt-marsh ecosystem of Georgia.** Ecology, 43 (4): 614 – 624, 1962.

TU TIEMPO. **Informação meteorológica mundial.** Dados climáticos do Aeroporto de Santos. Disponível em <http://www.tutiempo.net/clima/Santos_Aeroporto/2007/838180.htm> Acesso em Setembro de 2007.

WANDERLEY, M. G. L. ; SHEPHERD, G. J. & GIULIETTI, A. M. **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo.** Hucitec. 1. Poaceae. São Paulo. Instituto de Botânica. 2001.

WIEGERT, R. G. & POMEROY, L. R. **The ecology of a salt Marsh.** 38. New York. Springer-Verlag. 1981.