

ESTUDO DA VARIAÇÃO ESTACIONAL DO "STANDING-CROP" E DO REPOVOAMENTO EM UM BANCO DE *SPARTINA ALTERNIFLORA* LOISELEUR, 1807, NO COMPLEXO ESTUARINO-LAGUNAR DE CANANÉIA¹

RAQUEL ROTHLEDER ADAIME

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

SYNOPSIS

Measurements of the standing-crop and height of *Spartina alterniflora* on a Cananéia (SP) salt-marsh are presented. The standing-crop was 816 ± 187 g dry weight m^{-2} or 699 ± 164 g organic weight m^{-2} at the peak of the growing season. In the desnudated area the maximum grass height was found in July, when *Spartina* reached 130 cm. Spring, summer and winter were the beginning, the peak and the end of the growing season, respectively. Ash, Mg, Ca and Fe showed higher concentrations in dead rather than in living *Spartina*.

INTRODUÇÃO

A produtividade das plantas que crescem nos "salt-marshes"*, tem merecido, atualmente, especial atenção por parte de pesquisadores, principalmente dos Estados Unidos da América do Norte, por serem estas uma fonte adicional de energia aos ambientes estuarinos e costeiros (Teal, 1962; Keefe & Boyton, 1973).

Diversos estudos foram realizados para se obter estimativas sobre a produção das plantas que vivem nos "salt-marshes". Vários autores (Williams & Murdoch, 1969; Keefe, 1972; Nixon & Oviatt, 1973a), verificaram que há um decréscimo na sua produção do sul para o norte, ao longo da costa do Atlântico Norte. Este gradiente poderia ser, pelo menos em parte, devido a um

¹ Dissertação de mestrado apresentada à Comissão de Pós-Graduação do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

* O termo "salt-marsh" não será traduzido, por não ter sido encontrado em português um termo plenamente equivalente. "salt-marsh" representa a região coberta por vegetais, geralmente fanerógamas, na zona entre marés superior do estuário (McDonald & Barbour, 1974).

aumento latitudinal da estação de crescimento, do norte para o sul (Woodhouse Jr. *et al.*, 1974).

Um importante fator para a alta produtividade das plantas do "salt-marsh" é a abundância de água no solo (Keefe, 1972). A água transporta os nutrientes e os mantém dissolvidos e assim, amplamente disponíveis à planta. O ambiente aquoso do "salt-marsh" apressa a decomposição da matéria orgânica e fornece altas concentrações de ferro, manganês e outros íons que são necessários às plantas (Keefe, *op. cit.*).

Spartina alterniflora Loiseleur é uma gramínea que está muito bem adaptada às condições estuarinas, sendo capaz de tolerar tanto as variações climatológicas, como as flutuações de salinidade, bem como aos longos períodos de exposição e inundação, formando densos bancos na região entre marés.

Em relação à altura foram distintas três formas de *S. alterniflora*: anã, média e alta (Smalley, 1959; Teal, 1962; Adams, 1963; Squiers & Good, 1974). Foram registradas variações na produção em relação à altura das três formas consideradas (Stroud & Cooper, 1968, *cit. in* Woodhouse Jr. *et al.*, 1974). Há, contudo, opiniões divergentes quanto a essas diferenças, sendo estas atribuídas a fatores genéticos ou a fatores ambientais. Através de evidências bioquímicas, Shea *et al.* (1972, *cit. in* Woodhouse Jr. *et al.* 1974) concluíram que a diferença na altura de *S. alterniflora* é devida às condições ambientais e não a fatores genéticos, sendo a relação entre o nível das marés e a taxa de inundação a que uma dada área está sujeita, um dos fatores ambientais mais apropriados para a zonação.

Devido à dificuldade de se amostrar e separar o material das raízes e rizomas de *S. alterniflora* de um ano e de outro, a maioria dos pesquisadores tem medido apenas a produção das partes aéreas dessa gramínea. É, porém, importante salientar que Reimold (1972, *cit. in* Nixon & Oviatt, 1973b) em estudos realizados nos "salt-marshes" da Georgia (EUA), mostrou que o "standing-crop" das raízes e rizomas pode ser 2,5 vezes maior que o da parte aérea.

Esta gramínea suporta dois tipos de cadeia alimentar: a dos herbívoros, que se alimentam diretamente das plantas e a dos detritófagos. Teal (1962) estimou que, aproximadamente 5% da produção da gramínea é utilizada pelos

herbívoros no Atlântico Norte. Segundo estudos realizados nos estuários da Georgia, os detritos orgânicos formam o maior elo entre a produção primária e a secundária (Keefe & Boyton, 1973). Os microrganismos que crescem sobre os detritos tornam disponível a energia destes para outros organismos. Deste modo, o alimento dos detritófagos deriva, principalmente, da utilização daqueles microrganismos à medida que passam através de seus tubos digestivos. As pelotas fecais dos detritófagos podem, por sua vez, ser recolonizadas por microrganismos e o processo se repete, até que todo o material da planta seja utilizado (Mann, 1972).

Segundo Odum & Cruz (1967), a *Spartina* apresenta cerca de 10% de proteína no material seco, livre de cinzas. As folhas mortas, entretanto na água, têm cerca de 6% de proteína, sendo que as partículas mais finas vão apresentando, sucessivamente, um aumento de proteína até chegar a 24%. Este aumento, foi atribuído ao acréscimo da população microbiana nas partículas, produzindo assim, o alimento necessário aos consumidores. Quando o tamanho da partícula atinge cerca de 0,05 mm, grande quantidade do material fica em suspensão e é aproveitado pelos organismos filtradores bentônicos e planctônicos. O material que assenta no sedimento de fundo pode ser incorporado a este e ser, então, utilizado pela infauna (Mann, 1972).

Ao longo da costa da Georgia (EUA), extensas áreas são ocupadas pela *Spartina alterniflora*. Nessa região foram feitos vários estudos sobre a produtividade biológica dessa gramínea (Smalley, 1959; Teal, 1962). Burkholder & Bornside (1957) estudaram em Sapelo Island (Georgia), a decomposição de *S. alterniflora* por bactérias marinhas aeróbicas e heterotróficas em condições naturais e de laboratório. Análises do conteúdo nutritivo de *S. alterniflora*, principalmente em relação à vitamina B e aminoácidos, que são essenciais ao crescimento dos animais, foram realizadas por Burkholder (1956) na Georgia e por Udell *et al.* (1969) nos "salt-marshes" de Hempstead, em Long Island. Na Carolina do Norte foi pesquisada, por Williams & Murdoch (1969), a importância potencial dessa gramínea no mecanismo de transporte de radionuclídeos de Zn, Mn e Fe da água e dos sedimentos, para os animais. Nixon & Oviatt (1973a), estudando o "standing-crop" de 12 "salt-marshes" de Rhode Island, verificaram que a introdução de nutrientes por efluentes municipais poderia aumentar o crescimento da gramínea. Devido ao aumento na produção da gramínea, asso-

ciado com o enriquecimento de nutrientes, foi sugerida uma investigação sobre a possibilidade do uso dos "salt-marshes" como "filtros-vivos" para esgotos de pequenas comunidades humanas, onde o nitrogênio e outros nutrientes poderiam ser retidos e mantidos pela gramínea e, mais tarde, liberados vagarosamente, à medida que a planta morresse e, deste modo, serem carregados para dentro do estuário, servindo como uma rica fonte de nutrientes.

Dada a importância de *Spartina alterniflora* para o ecossistema estuarino e o fato de não se ter conhecimento de sua ecologia no Brasil até o presente momento, resolveu-se iniciar com este trabalho, o estudo da variação estacional do "standing-crop" de *Spartina alterniflora*. Preocupou-se também em desenvolver uma metodologia para o estudo desta variação, amostrando-se um banco situado na Ponta do Arrozal, no município de Cananéia, Estado de São Paulo.

O problema do desflorestamento, da destruição de manguezais, dos bancos de *Spartina* etc., é muito grande no Estado de São Paulo, onde sua cobertura florestal está hoje reduzida a cerca de 8% da cobertura original. Por esse motivo, resolveu-se efetuar estudos no mesmo banco, sobre o repovoamento de *Spartina*, procurando estabelecer uma metodologia que possa oferecer subsídios para o mesmo.

ÁREA ESTUDADA

A Ilha de Cananéia está ligada ao Oceano Atlântico por uma estreita passagem de cerca de 600 m de largura, situada entre as Ilhas Comprida e do Cardoso (Kutner, 1972). Ela se acha circundada a leste pelo Mar de Cananéia, que a separa da Ilha Comprida; a oeste pelo Mar de Cubatão, que a separa do continente e ao sul pela Baía de Trapandê (Miniussi, 1959).

A região de Cananéia apresenta características de estuário, de acordo com a definição dada por Casper (1967). Tundisi (1972) considera-a como região lagunar, pelo fato de a Ilha de Cananéia estar circundada por uma grande lagoa, apesar de Kutner (1972) enquadrar melhor como uma região de ambiente estuarino do que lagunar, devido às condições predominantes dos fatores ambientais serem de poiquilohalinidade e de instabilidade. Neste estudo, a região será considerada de acordo com Tundisi (1969), Teixeira (1969) e

Tommasi (1970), como um complexo estuarino-lagunar, por apresentar tanto características de estuário como de lagoa.

Durante a preamar a água oceânica penetra na região estuarina-lagunar através da barra de Cananéia. A maior parte dessa água penetra em direção oeste pela baía de Trapandê, impelindo a água lagunar para o norte. Uma pequena parte da água oceânica entra pela parte leste, a qual parece estar bloqueada em seu fluxo para o Mar de Cananéia. Conseqüentemente, o nível da água no Mar de Cananéia e no Mar de Cubatão eleva-se e, com o acúmulo das águas doces dos afluentes, bloqueiam a saída do fluxo da maré. Durante a baixamar, a queda do nível do mar puxa as águas da região estuarina-lagunar para o mar aberto e comumente se observa uma grande velocidade do fluxo da água, que sai através da estreita passagem do Mar de Cananéia (Kato, 1966a).

De acordo com observações climatológicas efetuadas na região de Cananéia, por Garcia Occhipinti (1963), fevereiro é o mês em que são registradas as temperaturas do ar mais altas, enquanto que junho e julho as mais baixas. A variação anual da temperatura da água revela um comportamento semelhante à da temperatura do ar. A variação cíclica anual apresenta-se bem regular, com um mínimo no inverno e um máximo no verão. Em média, os meses em que a água se apresenta mais quente são janeiro e fevereiro e mais fria junho, julho e agosto. Como as maiores amplitudes térmicas ocorrem no verão e as menores no inverno, a intensidade da radiação solar é um dos principais fatores que intervêm nas oscilações periódicas da temperatura da água. Com os dados de radiação global da região de Cananéia (anos de 1954, 1955, 1956), Garcia Occhipinti (1959) encontrou, para os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro uma radiação global média de $509,44 \text{ ly.dia}^{-1}$, enquanto que para os meses de maio, junho, julho e agosto a média foi de $235,38 \text{ ly.dia}^{-1}$, sendo a radiação global no inverno, a metade da média dos meses de verão. Um dos principais fatores que afetam a variabilidade da radiação média mensal relativa é a nebulosidade. Esta, em fevereiro, refletiu ou absorveu cerca de 32% da radiação global, que atravessou a atmosfera, enquanto que em setembro a radiação refletida ou absorvida pelas nuvens foi aumentada para 57%. Em relação à precipitação, ocorre um máximo no verão e um mínimo no inverno, sendo que em média, o mês mais chuvoso é o de fevereiro e o mais seco o de julho (Garcia Occhipinti, *op. cit.*).

A região estuarina-lagunar de Cananéia por ser um sistema bastante complexo, tem oferecido enormes oportunidades de estudos de natureza variada, tais como: aspectos hidrológicos, geoquímicos das propriedades de suas águas e a distribuição de seus vários constituintes químicos foram estudados por Kato (1966a, b, c); os sedimentos de fundo por Kutner (1962) e Magliocca & Kutner (1964); a hidrografia por Machado (1952), Miniussi (1953) e Kato (1966a, b, c); os biológicos por Gerlach (1954), Teixeira & Kutner (1963), Teixeira, Kutner & Torgo (1965), Teixeira, Tundisi & Kutner (1965), Tundisi & Teixeira (1968), Teixeira, Tundisi & Santoro (1967; 1969), Watanabe & Kutner (1965), Prado (1972), Kutner (1972) e Tommasi (1970; 1971).

A região estuarina-lagunar de Cananéia apresenta importantes bancos de *Spartina alterniflora*. Um dos mais extensos, localiza-se na extremidade SE da Ilha de Cananéia, onde existe um grande baixio formado pelo assoreamento, devido às correntes de marés que vêm principalmente pela barra de Cananéia (Besnard, 1950).

A região selecionada para o presente estudo (Fig. 1), localiza-se na Ponta do Arrozal ($25^{\circ}02'S - 47^{\circ}56'24''W$), possuindo uma extensão e largura de cerca de 1.100 e 25 m, respectivamente, tendo o local de coleta sido restrito a uma área de aproximadamente 2.500 m^2 .

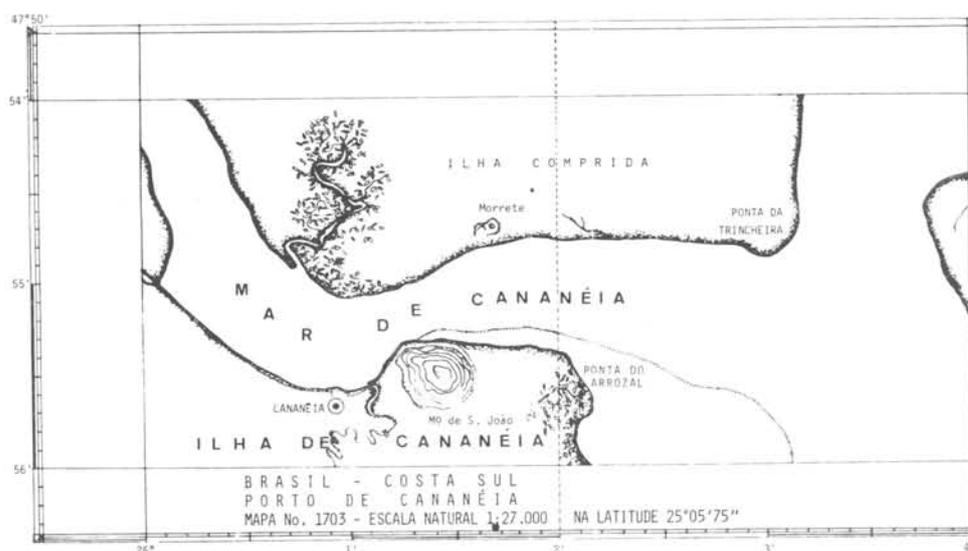


Fig. 1 - Mapa da região.

MATERIAL E MÉTODOS

a) ESTUDO DO "STANDING-CROP" DA GRAMÍNEA *SPARTINA ALTERNIFLORA*

As coletas das amostras para a determinação do "standing-crop" da gramínea *Spartina alterniflora* (Fig. 2a), foram realizadas em 1974, nos dias 22 de janeiro, 30 de março, 22 de maio, 22 de julho, 23 de setembro e 20 de novembro, durante a baixamar.

As amostras consistiram de toda a parte aérea da gramínea, cortadas bem rente ao solo, delimitadas por um quadrado de alumínio de 1/16 m² (Fig. 2b), em quatro áreas coletadas ao acaso. Todas as folhas e fragmentos da planta que estavam no solo, dentro dessa área, foram incluídas nas amostras.

No laboratório da Base Sul do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, foram separadas, de cada gramínea, as partes vivas das mortas, através da verificação da presença ou não de tecidos verdes. As plantas foram limpas de toda a epifauna, para que esta não interferisse nos resultados do "standing-crop". Para a eliminação de qualquer resíduo orgânico e inorgâ-



Fig. 2a - Vista geral do banco de *Spartina alterniflora*.

nico não pertencente à planta, foi feita uma lavagem de cada folha com água limpa, sendo estas, em seguida, secas superficialmente com uma toalha. Após a limpeza foram cortadas, acondicionadas em papel de alumínio e etiquetadas, para serem transportadas para o laboratório do Instituto Oceanográfico, em São Paulo.

As amostras foram colocadas em estufa a 100-105°C, durante mais ou menos oito horas, para a obtenção do peso seco. Posteriormente, foram pulverizadas em moedor e passadas em peneira com malha de 1 mm para melhor homogeneização. De cada amostra, foram retiradas três subamostras de aproximadamente uma grama, as quais foram levadas à estufa, a fim de ser eliminada toda a umidade absorvida. Logo após, foram pesadas, queimadas sem ignição em fogareiro elétrico e depois levadas à mufla a 550°C, até se obter peso constan-



Fig. 2b - Vista geral do quadrado de 1/16 m² para a amostra ao acaso de *Spartina alterniflora*.

te. O peso das cinzas foi subtraído do peso da subamostra sem umidade, para o conhecimento da quantidade de matéria orgânica em gramas. Segundo Keefe & Boyton (1973), o "standing-crop" estimado, baseado no peso seco e no peso seco livre de cinzas do material vivo, representa uma medida do material orgânico produzido nas plantas, com e sem os sais que se acumularam, respectivamente. Observa-se que as estimativas do "standing-crop" baseadas nos pesos seco e orgânico foram expressas em g/m^2 , a fim de facilitar a comparação com dados de outros autores.

b) ESTUDO DO REPOVOAMENTO

No dia 22 de novembro de 1973, foi desnudada uma área de $6 m^2$ ($2 \times 3 m$) (Fig. 2c), sendo dividida em seis subáreas de $1 m^2$ (Fig. 3). Em cada mês de coleta, uma delas foi coletada ao acaso, sendo contado o número de gramíneas e determinadas as suas alturas, utilizando-se o metro para a medida. Foi feita uma aproximação desta medida para números inteiros ou para intervalos de 0,5 cm.



Fig. 2c - Vista da área de $6 m^2$ para o estudo do repovoamento de *Spartina alterniflora*.

Após a determinação da altura de cada gramínea, foi realizada sua coleta para o conhecimento de seus pesos seco e orgânico em 1 m^2 , empregando-se a mesma metodologia citada no item a.

c) ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

As amostras de sedimento para o estudo granulométrico foram coletadas na área desnudada (item b) e em uma praia de areia existente ao lado do banco de *Spartina alterniflora* (Fig. 2d), nos dias 23 de setembro e 22 de novembro de 1974. Uma terceira coleta de sedimento foi realizada em 23 de setembro de 1975. Foram efetuadas segundo a metodologia de Suguio (1973), análises das diferentes classes granulométricas, pelo método de peneiramento e determinação de silte e argila, pelo método de pipetagem. A metodologia empregada para a avaliação do conteúdo de calcário e de matéria orgânica, foi a mes-



Fig. 2d - Vista da praia de areia situada ao lado do banco de *Spartina alterniflora*.

ma utilizada por Amaral (1975). Os intervalos para as classes granulométricas seguiram a escala Wentworth (1922), ou seja:

- > -1 e < 0 ϕ - areia muito grossa
- > 0 e < +1 ϕ - areia grossa
- > +1 e < +2 ϕ - areia média
- > +2 e < +3 ϕ - areia fina
- > +3 e < +4 ϕ - areia muito fina
- > +4 ϕ - silte e argila (lama)

Os cálculos desses dados foram baseados nas porcentagens de frequência simples das diferentes classes granulométricas que compõe o sedimento, e os resultados foram representados graficamente através de histogramas de frequência simples, traçadas em papel milimetrado e através da distribuição dos pontos das amostras no diagrama triangular de Shepard & Moore (1954) modificado. Utilizou-se o diagrama triangular, por permitir avaliar a mistura existente entre as diversas classes granulométricas presentes em cada amostra. As classes granulométricas foram agrupadas em três: areia fina, areia muito fina e lama (silte e argila). As amostras coletadas foram numeradas de 1 a 17, como segue:

Amostra	Data	Local
1	23/09/74	Subárea 2
2	23/09/74	Subárea 6
3	20/11/74	Subárea 4
4	20/11/74	Entre as subáreas 4 e 6
5	20/11/74	Subárea 6
6	23/09/75	Subárea 5 (superfície)
7	23/09/75	Subárea 2 (10 cm de prof.)
8	23/09/75	Subárea 4 (superfície)
9	23/09/75	Subárea 4 (10 cm de prof.)
10	23/09/75	Subárea 6 (superfície)
11	23/09/75	Subárea 6 (20 cm de prof.)
12	20/11/74	Parte inferior da praia de areia
13	20/11/74	Parte superior da praia de areia
14	23/09/75	Parte média da praia de areia (superfície)
15	23/09/75	Parte média da praia de areia (10-20 cm de prof.)
16	23/09/75	Parte superior da praia de areia (superfície)
17	23/09/75	Parte superior da praia de areia (10-20 cm de prof.)

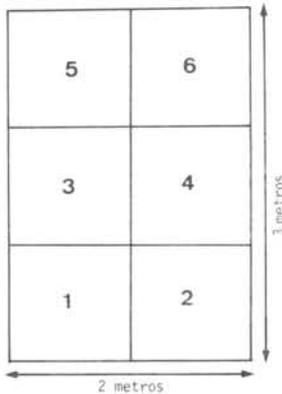


Fig. 3 - Disposição das seis sub-
áreas desnudadas para o
estudo do repovoamento.

d) ANÁLISE QUÍMICA DAS AMOSTRAS

Graças ao programa Estudo Ecológico da Poluição da Baía, Estuário e Praia de Santos (Convênio FPqIOUSP/CETESB), foi possível analisar, no laboratório de análises químicas da CETESB, as amostras de *Spartina alterniflora*, para a obtenção das porcentagens de: carbono, determinada pelo método de Wilson (1973); nitrogênio, pelo de Kaylor & Ulmer (1973); potássio, cálcio e magnésio pelo de "Perkin-Elmer Corp." (1973) e do fósforo pelo método adaptado do "American Public Works Association" (1961).

A análise de ferro realizou-se no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Oceanografia Biológica do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, sendo efetuada pelo método de Paredes & Schmidt (1977).

e) DADOS HIDROLÓGICOS E OBSERVAÇÕES CLIMATOLÓGICAS

Nos dias de coleta foram obtidas amostras de água durante a baixamar e a preamar, para determinação de salinidade e teor de oxigênio dissolvido na água. Utilizou-se para as análises, respectivamente, os métodos de Harvey (1955) e de Winkler (Strickland & Parson, 1968). Igualmente, foram medidas as temperaturas das águas estuarinas, com um termômetro comum de laboratório (0-40°C).

Foram obtidos junto ao Departamento de Oceanografia Física do Instituto

Oceanográfico da Universidade de São Paulo, os dados de temperatura do ar e da água, bem como os de precipitação, relativos ao ano de 1974 (Tab. XII).

MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS

Para a obtenção dos dados necessários à aplicação da análise de variância e para o cálculo do coeficiente de correlação, foi utilizada a calculadora Olivetti Programma 101 e a HP 9810 A Calculator para o ajuste de um polinômio de 2º grau, ambas do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

a) DADOS REFERENTES AO ESTUDO DO "STANDING-CROP" DA GRAMÍNEA *SPARTINA ALTERNIFLORA*

A homogeneidade da quantidade do material vivo e morto, nos vários meses de coleta, foi testada através da análise de variância (F). Quando esta mostrou uma não homogeneidade, foi aplicado o teste de Kramer (Kramer, 1956), para assinalar em que meses ocorreram as diferenças significativas.

A fim de se poder expressar uma curva de crescimento pelo método dos mínimos quadrados, ajustou-se a expressão $Y = c + bx + ax^2$, onde Y indica a quantidade de material vivo e morto e x o número de dias de produção. Para tal, presumiu-se que as estimativas da quantidade de material vivo e morto, em cada mês de coleta, seriam as mesmas para cada ano. Assim sendo, a primeira coleta seria realizada no início da estação de crescimento. Segundo Morgan (1961), a estação de crescimento é a época em que o material verde começa a surgir, representando a curva para o material vivo a quantidade que está verde no tempo de coleta. Setembro foi considerado o mês em que se iniciou o aparecimento de novas plantas verdes, sendo as datas de coleta convertidas em dias. Assim, o início das coletas teria ocorrido a 23 de setembro ($x = 0$), o 58º dia de coleta teria ocorrido a 20 de novembro, o 121º a 22 de janeiro, o 188º a 30 de março, o 241º a 22 de maio e o 302º a 22 de julho.

b) DADOS REFERENTES AO ESTUDO DO REPOVOAMENTO

Com os dados da altura média das gramíneas e sua densidade por metro quadrado, relativos a cada mês de coleta, foi calculado o coeficiente de correlação (r), ao nível de significância de 5%, com os seus respectivos valores de quantidade de material vivo e morto.

RESULTADOS

a) ESTUDOS DO "STANDING-CROP" DA GRAMÍNEA *SPARTINA ALTERNIFLORA*

Pelo tipo de tratamento aplicado aos dados, os valores de produção nos dão uma estimativa do "standing-crop" da parte aérea de *Spartina alterniflora*.

Os dados referentes ao "standing-crop" de *Spartina alterniflora* no ano de 1974, na Ponta do Arrozal - Cananéia para as quatro áreas coletadas ao acaso, estão citados nas Tabelas I e II em ordem decrescente, para o material vivo e morto. Para melhor visualização dos dados foram elaborados gráficos, por onde se verificou um paralelismo na produção de cada área durante o ano (Figs 4a,b,c,d). Observou-se que os valores obtidos variaram de área para área em cada período de amostragem, apresentando assim, grande dispersão em torno do valor médio para uma área de 1 m², conforme os resultados indicados na Tabela III.

Devido aos resultados obtidos no teste de variância (F), para o "standing-crop" do material vivo, não terem mostrado uma homogeneidade nas várias amostras (Tab. IV), foi aplicado o teste de Kramer. Este indicou haver diferença significativa (Tab. V) na produção entre os meses de janeiro-julho, janeiro-setembro, janeiro-novembro; março-maio, março-julho, março-setembro, março-novembro; maio-julho. Em março, ocorreu o máximo valor do "standing-crop", ou seja 816 ± 187 g de peso seco/m² ou 699 ± 164 g de peso orgânico/m² e em julho ocorreu o mínimo valor do "standing-crop", ou seja, 166 ± 33 g de peso seco/m² ou 139 ± 28 g de peso orgânico/m². Observando-se graficamente

TABELA I - Resultados em valores decrescentes de A a D do material vivo e morto em g de peso seco/m² das quatro áreas de *Spartina alterniflora* coletadas em cada período de amostragem

Meses	Material vivo g de peso seco/m ²				Material morto g de peso seco/m ²			
	Áreas				Áreas			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Janeiro	928,00	864,00	616,00	584,00	432,00	392,00	248,00	112,00
Março	1.264,00	912,00	720,00	368,00	416,00	384,00	96,00	40,00
Maio	672,00	560,00	552,00	176,00	480,00	416,00	352,00	224,00
Julho	224,00	208,00	152,00	80,00	304,00	192,00	176,00	56,00
Setembro	448,00	432,00	352,00	336,00	352,00	208,00	176,00	112,00
Novembro	464,00	416,00	400,00	384,00	272,00	160,00	112,00	48,00

TABELA II - Resultados em valores decrescentes de A a D do material vivo e morto em g de peso orgânico/m² das quatro áreas de *Spartina alterniflora* coletadas em cada período de amostragem

Meses	Material vivo g de peso orgânico/m ²				Material morto g de peso orgânico/m ²			
	Áreas				Áreas			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Janeiro	794,38	747,66	535,10	498,80	354,32	285,56	179,51	86,78
Março	1.088,19	793,92	603,75	308,43	348,31	296,65	77,15	28,32
Maio	578,25	480,25	472,40	146,66	403,60	354,01	301,66	192,08
Julho	191,89	169,29	131,42	64,08	242,89	144,02	143,59	40,89
Setembro	382,77	376,60	307,77	282,91	267,67	166,60	138,44	84,90
Novembro	399,84	351,79	343,38	325,51	193,28	130,78	93,12	38,67

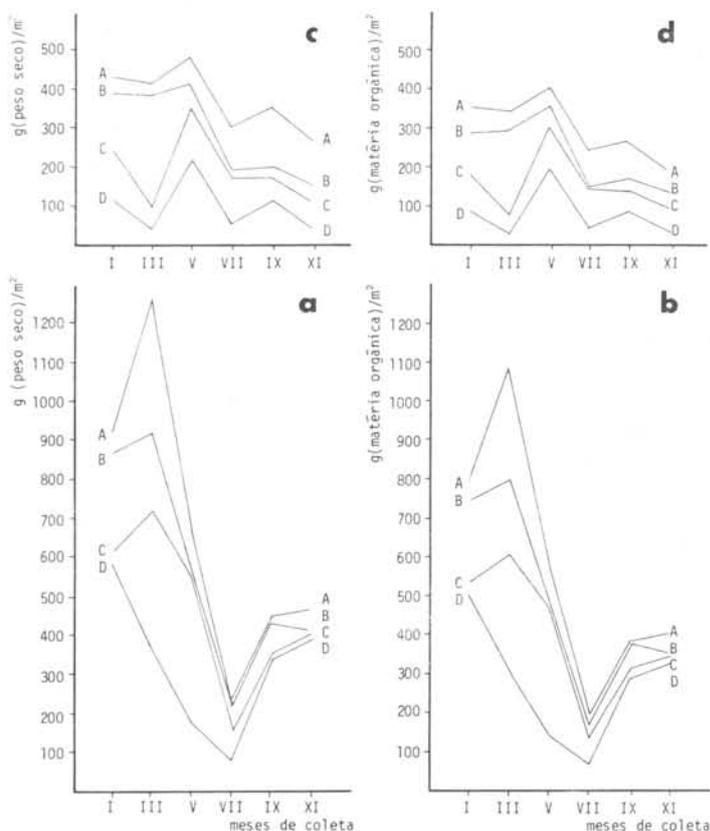


Fig. 4 - Variação estacional em valores decrescentes de A a D, das quatro áreas amostradas para o material vivo (a = g de peso seco/m²; b = g de peso orgânico/m²) e para o material morto (c = g de peso seco/m²; d = g de peso orgânico/m²).

TABELA III - Variação estacional em g de peso seco/m² e em g de peso orgânico/m² em um banco de *Spartina alterniflora* na Ponta do Arrozal - Cananãia

Meses	Material vivo		Material morto	
	g (seco) /m ² ±S \bar{x}	g (org.) /m ² ±S \bar{x}	g (seco) /m ² ±S \bar{x}	g (org.) /m ² ±S \bar{x}
Janeiro	748,00 ± 86,69	643,99 ± 74,33	296,00 ± 72,96	226,54 ± 58,85
Março	816,00 ± 187,05	698,57 ± 163,83	234,00 ± 96,74	187,61 ± 79,21
Maior	490,00 ± 108,19	419,39 ± 94,04	368,00 ± 54,65	312,83 ± 45,31
Julho	166,00 ± 32,56	139,17 ± 27,97	182,00 ± 50,74	142,85 ± 41,24
Setembro	392,00 ± 28,09	337,51 ± 24,90	212,00 ± 50,75	164,40 ± 38,37
Novembro	416,00 ± 17,28	355,13 ± 15,88	148,00 ± 47,27	113,96 ± 32,50

esses resultados (Fig. 5), verificou-se uma rápida queda na produção de março a julho e após este período, de julho a novembro, um início de aumento na produção, apesar dos resultados mostrarem não ser significativo este aumento.

As equações ajustadas para a curva de crescimento pelo método dos mínimos quadrados para o material vivo, $Y = 302,31 + 6,17 x - 0,02 x^2$ (peso seco) e $Y = 259,71 + 5,30 x - 0,02 x^2$ (peso orgânico), mostraram que o início da estação de crescimento poderia ocorrer em setembro, atingindo o máximo durante o verão e o fim da estação de crescimento ocorreria no inverno (Figs 6 e 7).

Os valores em g/m^2 para o material morto variaram de um mínimo de 148 ± 47 g de peso seco/ m^2 ou 114 ± 33 g de peso orgânico/ m^2 , ocorrido em novembro a um máximo de 368 ± 55 g de peso seco/ m^2 ou 313 ± 45 g de peso orgânico/ m^2 em maio (Tab. III e Fig. 6). Os valores da análise de variância foram 1,54 e 1,87 para os pesos seco e orgânico, respectivamente (Tab. IV).

As equações ajustadas para a curva de crescimento, pelo método dos mínimos quadrados, para o material morto foram: $Y = 167,76 + 1,23 x - 0,003 x^2$ (peso seco) e $Y = 126,26 + 1,05 x - 0,003 x^2$ (peso orgânico) (Figs 6 e 7).

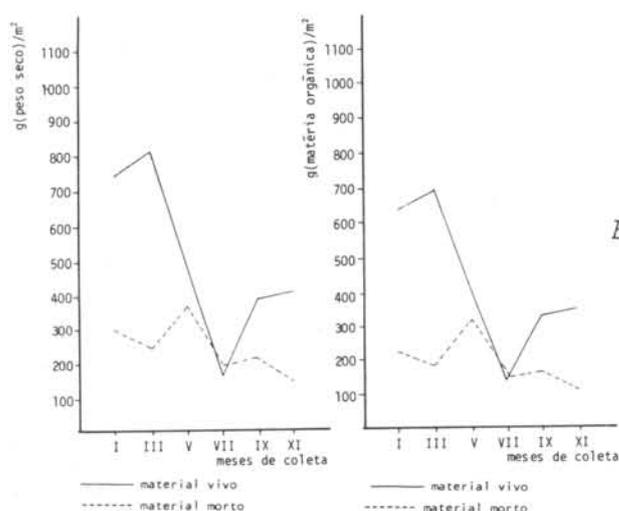


Fig. 5 - Variação estacional do material vivo e morto em g de peso seco/ m^2 e em g de peso orgânico/ m^2 .

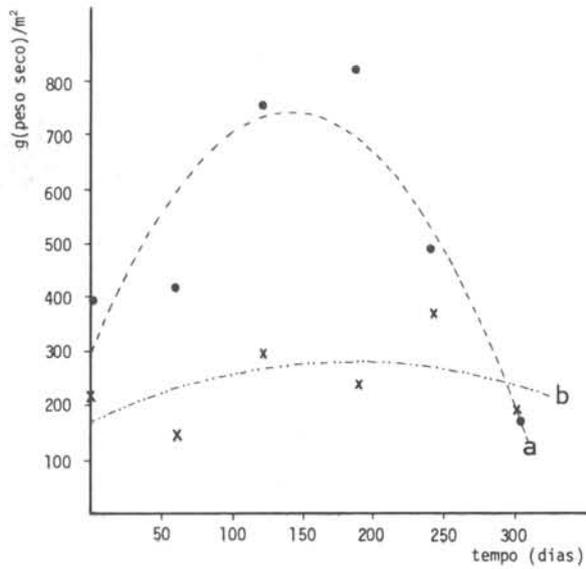


Fig. 6 - Curva de crescimento para o material vivo (a) e para o material morto (b) em g de peso seco/m².

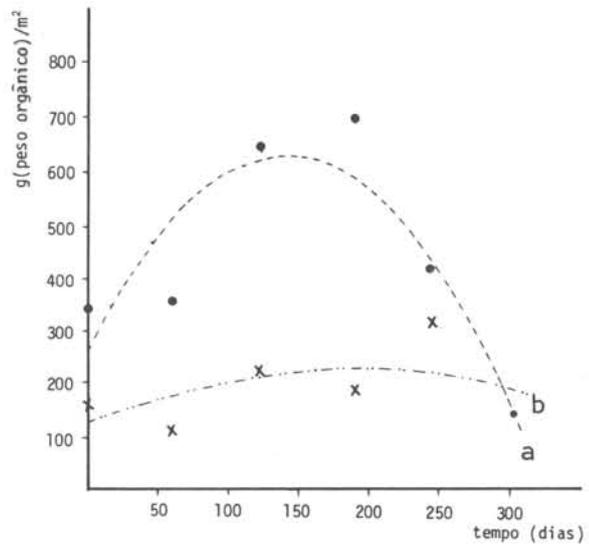


Fig. 7 - Curva de crescimento para o material vivo (a) e para o material morto (b) em g de peso orgânico/m².

TABELA IV - Resultados da análise de variância

	Material vivo		Material morto	
	g (seco) /m ²	g (orgânico) /m ²	g (seco) /m ²	g (orgânico) /m ²
F	6,20**	6,06**	1,54*	1,87*
* - Valores não significativos ao nível de 5%. ** - Valores significativos ao nível de 5%.				

Meses	Resultado
Janeiro - Março	NS
Janeiro - Maio	NS
Janeiro - Julho	S
Janeiro - Setembro	S
Janeiro - Novembro	S
Março - Maio	S
Março - Julho	S
Março - Setembro	S
Março - Novembro	S
Maio - Julho	S
Maio - Setembro	NS
Maio - Novembro	NS
Julho - Setembro	NS
Julho - Novembro	NS
Setembro - Novembro	NS

TABELA V - Análise dos meses em que ocorreu diferença significativa (S) e não significativa (NS) no "standing-crop" do material vivo pelo teste de Kramer

b) ESTUDO DO REPOVOAMENTO

O repovoamento de *Spartina alterniflora*, na área desnudada de 6 m², não apresentou homogeneidade em sua distribuição nas subáreas. Grande número de plantas foi encontrado em março nas subáreas 3 e 4; em maio na subárea 3, porém a subárea 4 apresentou pequena densidade de plantas devido à coleta ter sido realizada em março. As outras subáreas, nessas épocas, apresentaram quantidade menor de gramíneas. Durante o mês de setembro já havia em todas as subáreas, aparentemente a mesma densidade de *Spartina*, o que ficou melhor evidenciado no mês de novembro.

As subáreas, juntamente com a densidade e a altura média das gramíneas, em cada mês de coleta estão apresentadas na Tabela VI.

Durante todas as épocas de coleta foi observado grande porcentagem de plantas no intervalo de 0,5 a 20,0 cm de altura (Tab. VII). Em janeiro, o primeiro mês de coleta, o número de plantas nesse intervalo de altura foi de 35,7%, havendo uma diminuição na proporção de indivíduos à medida em que ocorria um aumento nos intervalos de altura, ocorrendo somente 0,5% de plantas no intervalo de 80,5 a 100,0 cm (Fig. 8). De janeiro a março, a altura média das plantas aumentou de 32,0 para 45,5 cm, embora em março a porcentagem de plantas ainda continuasse alta. Em março foi obtido 0,6% de indivíduos no intervalo de 120,5 a 140,0 cm de altura. Em maio e julho, as plantas alcançaram a altura média de 56,0 e 59,5 cm, respectivamente, e o intervalo máximo de altura foi de 120,5 a 140,0 cm, com 0,8 e 3,7% de indivíduos, respectivamente. A maior freqüência de indivíduos nesses dois meses, ocorreu nos intervalos de 0,5 a 20,0 cm e de 80,5 a 100,0 cm de altura. Durante o mês de setembro, houve nova diminuição na porcentagem de indivíduos, à medida em que os intervalos de altura aumentaram, ocorrendo 39% de indivíduos no intervalo de 0,5 a 20,0 cm. Houve a tendência de um novo aumento na altura das gramíneas no mês de novembro, sendo a altura média de 41,0 cm e o intervalo máximo de altura de 100,5 a 120,0 cm.

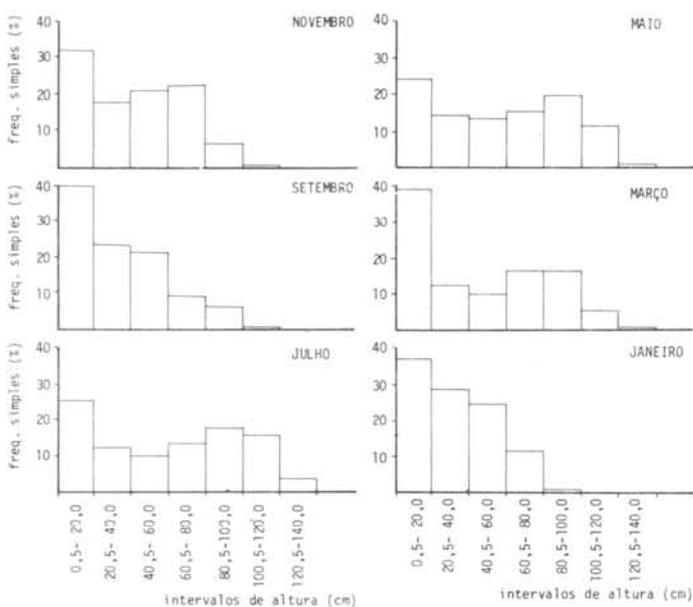


Fig. 8 - Histograma da altura de *Spartina alterniflora* nos meses de coleta.

TABELA VI - Valores de altura (cm), densidade (inds), material vivo, morto em g de peso seco/m² e em g de peso orgânico/m² das seis subáreas desnudadas para o estudo do repovoamento

Meses	Subárea coletada	Altura (cm)	Densidade (inds)	Material vivo g de p.s./m ²	Material morto g de p.s./m ²	Material vivo g de p.o./m ²	Material morto g de p.o./m ²
Janeiro	1	32,00	216	113,00	27,50	94,93	19,69
Março	4	45,50	387	438,00	86,50	377,84	69,37
Maió	3	56,00	497	393,00	282,50	334,73	239,55
Julho	6	59,50	329	171,00	342,50	141,21	281,08
Setembro	5	34,50	178	88,50	34,50	75,49	27,05
Novembro	2	41,00	395	330,00	102,00	283,33	88,84

p.s. = peso seco; p.o. = peso orgânico.

TABELA VII - Frequência simples de *Spartina alterniflora* nos diferentes intervalos de altura

Intervalos de altura (cm)	Janeiro (%)	Março (%)	Maió (%)	Julho (%)	Setembro (%)	Novembro (%)
0,5 - 20,0	35,7	39,1	24,1	26,7	39,0	32,2
20,5 - 40,0	28,7	12,5	14,5	12,2	23,7	17,8
40,5 - 60,0	24,1	9,8	13,5	10,0	21,5	21,3
60,5 - 80,0	11,1	16,5	15,9	13,7	9,0	22,1
80,5 - 100,0	0,5	16,2	19,9	17,9	6,2	6,3
100,5 - 120,0	-	5,2	11,3	15,8	0,6	0,3
120,5 - 140,0	-	0,6	0,8	3,7	-	-

Calculando-se o coeficiente de correlação, foi observada a existência de interdependência entre a densidade de *Spartina alterniflora* e o "standing-crop" do material vivo (pesos seco e orgânico) e entre a altura da gramínea e a quantidade de material morto (pesos seco e orgânico). Não foi constatada correlação entre densidade e quantidade de material morto e entre a altura e o "standing-crop" do material vivo (Tab. VIII).

TABELA VIII - Resultados do coeficiente de correlação (r) para densidade e altura \times g de peso seco e peso orgânico/m² para material vivo e morto

	Altura \times material vivo		Densidade \times material morto		Altura \times material vivo		Densidade \times material morto	
	(p.s.)	(p.o.)	(p.s.)	(p.o.)	(p.s.)	(p.o.)	(p.s.)	(p.o.)
n	6	6	6	6	6	6	6	6
r	0,8893	0,8819	0,5865	0,6054	0,4379	0,4233	0,9643	0,9641
p	< 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,01	< 0,01

p.s. = peso seco; p.o. = peso orgânico.

As estimativas do "standing-crop" de *Spartina alterniflora* das seis sub-áreas desnudadas estão citadas na Tabela VI, para o material vivo e morto. Para melhor visualização dos dados, estes foram representados graficamente nas Figuras 9a,b.

Em março foi observado o máximo valor do "standing-crop" para o material vivo, ou seja, 438,00 g de peso seco/m² ou 377,84 g de peso orgânico/m², seguindo-se uma queda nos valores até setembro, quando se atingiu o mínimo valor do "standing-crop", ou seja, 88,50 g de peso seco/m² ou 75,49 g de peso orgânico/m².

A quantidade de tecido vegetal morto sofreu leve aumento de janeiro a março e um rápido aumento até julho, quando foi alcançado o seu pico, ou seja, 342,50 g de peso seco/m² ou 281,08 g de peso orgânico/m². Observou-se nesta época uma quantidade maior de material morto do que de vivo. De julho

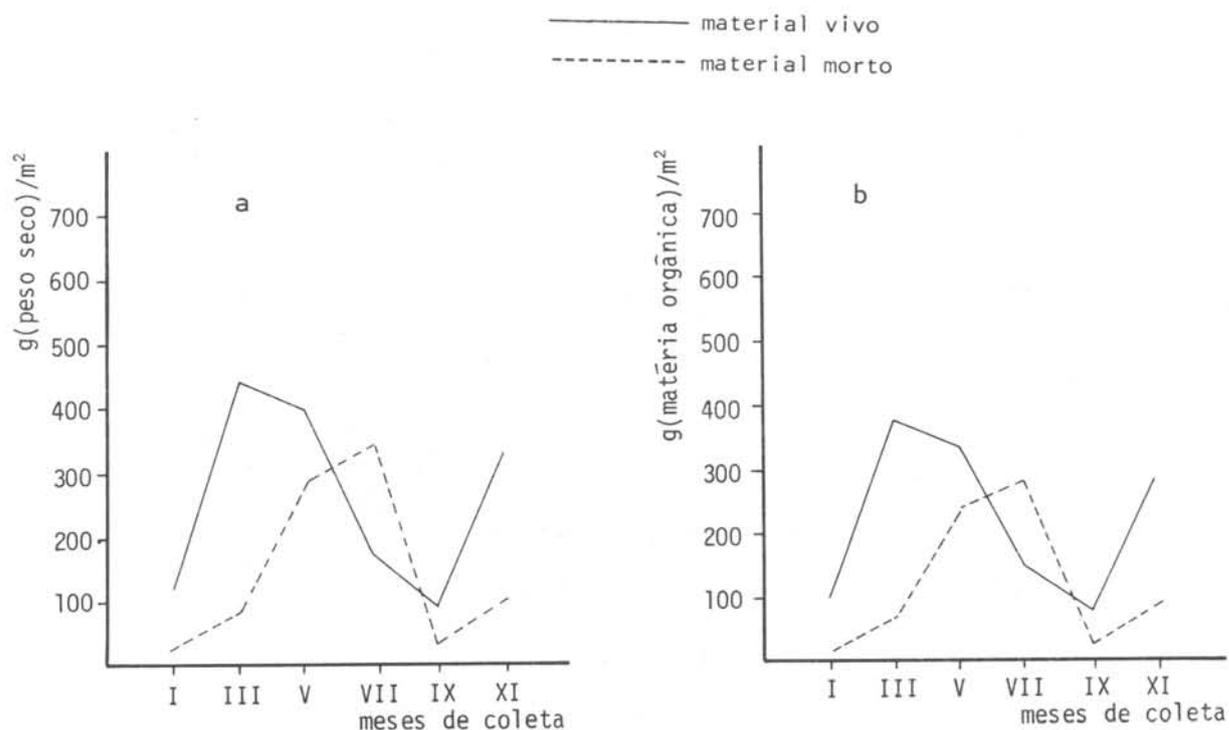


Fig. 9 - Variação estacional do material vivo e morto da área desnudada em g de peso seco/m² (a) e em g de peso orgânico/m² (b).

a setembro houve uma rápida queda na quantidade de material morto da gramínea, sendo atingido o seu mínimo, ou seja, 34,50 g de peso seco/m² ou 27,05 g de peso orgânico/m².

Tanto para o material vivo, como para o morto, ocorreu um lento aumento na produção em novembro.

c) ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Através dos histogramas de frequência simples (Fig. 10), verificou-se a classe modal situada no intervalo de 2-3 ϕ , portanto, dentro da classe de areia fina, para as amostras de 1-7 e de 12-17. Nas amostras 8 e 9, verificou-se as porcentagens mais ou menos equivalente de areia fina à lama, apesar da amostra 8 apresentar uma porcentagem um pouco maior de lama. As amostras 10 e 11 apresentaram uma graduação em suas porcentagens, sendo menor na areia fina e maior na de lama.

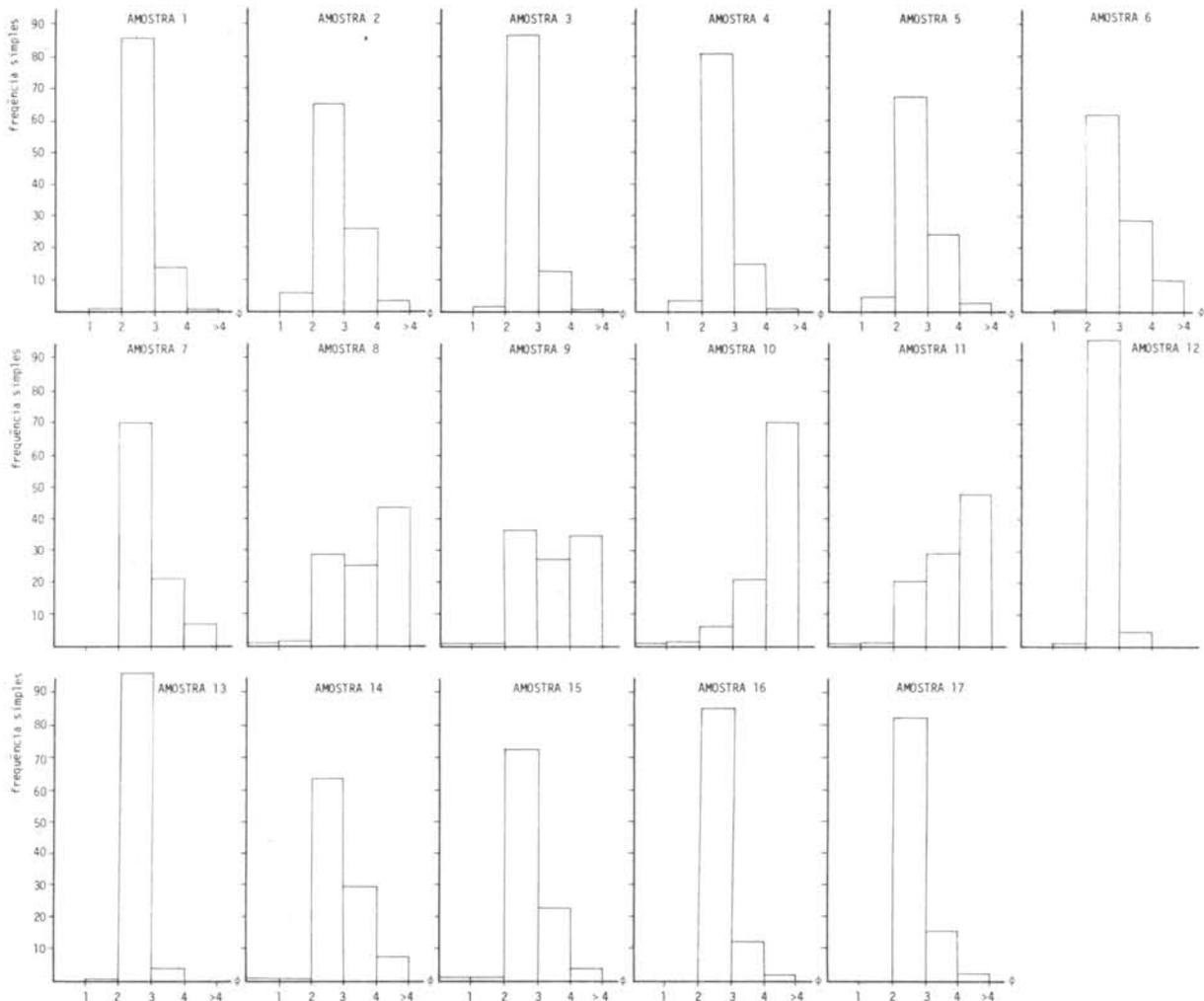


Fig. 10 - Histograma de granulometria das 17 amostras de sedimento.

Pela colocação dos pontos no diagrama de Shepard na praia de areia nos anos de 1974 e 1975 (Fig. 11), verificou-se a grande dominância das amostras na fração de areia fina. Os resultados de calcário e de matéria orgânica desta área estão apresentados na Tabela IX.

Pelo diagrama de Shepard, para a área desnudada, o sedimento no ano de 1974 (Fig. 12) apresentou-se com dominância de areia fina. No ano de 1975, observou-se um acréscimo da fração de areia muito fina com graduação à lama (Fig. 13). Os teores de calcário desta área, variaram de 6,34 a 9,36% e os de matéria orgânica de 10,20 a 16,08% (Tab. IX).

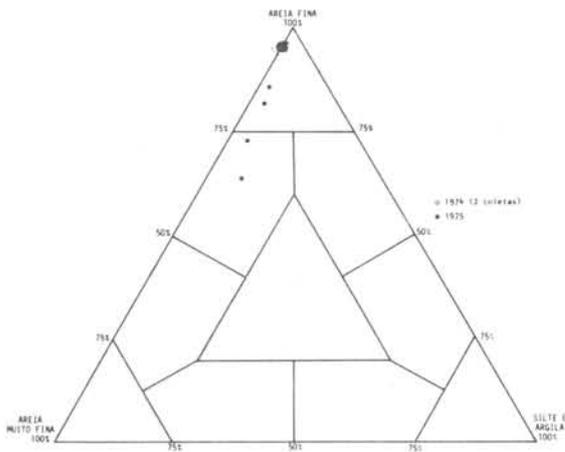


Fig. 11 - Diagrama de Shepard (modificado) para a praia de areia na ponta do Arrozal relativo aos anos de 1974 e 1975.

Fig. 12 - Diagrama de Shepard (modificado) para o sedimento do banco de *Spartina alterniflora* relativo ao ano de 1974.

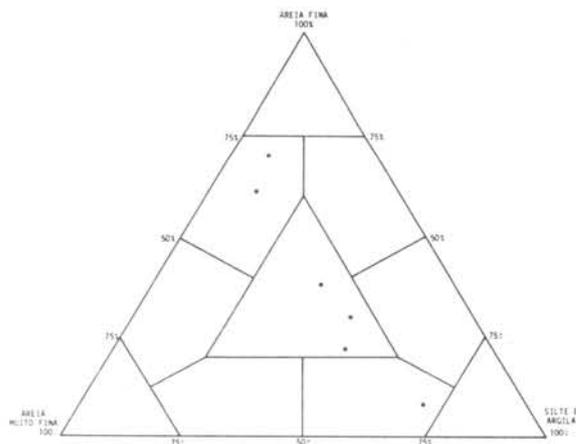
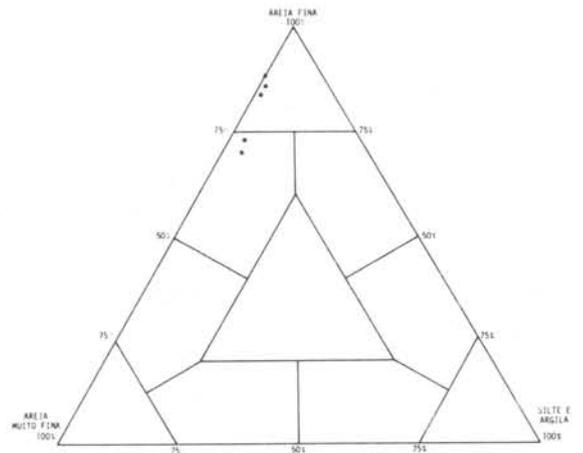


Fig. 13 - Diagrama de Shepard (modificado) para o sedimento do banco de *Spartina alterniflora* relativo ao ano de 1975.

d) ANÁLISE QUÍMICA DAS AMOSTRAS

Os resultados das análises químicas, realizadas no material seco de *Spartina alterniflora* foram expressos em porcentagem e estão indicados na Tabela X.

No material vivo da planta, foi encontrada maior porcentagem de carbono, fósforo, nitrogênio e potássio com relação ao material morto, ao contrário de cálcio, magnésio e ferro, que foram encontrados em maior porcentagem no material morto da gramínea.

À medida em que ocorria aumento ou diminuição nas porcentagens de fósforo e nitrogênio no material vivo de *Spartina alterniflora* houve, respectivamente, diminuição ou aumento em suas porcentagens no material morto. No mês de maio ocorreu a maior porcentagem de fósforo e de nitrogênio na parte viva da gramínea, ou seja, 0,25% P e 1,96% N (Figs 14 e 15).

A porcentagem de carbono no material vivo da planta diminuiu de março a maio, ocorrendo, logo após, um rápido aumento até o mês de novembro, quando foi atingido o seu máximo, ou seja, 43,85%. Quanto ao material morto, houve um rápido aumento durante o período de janeiro a março, o qual prosseguiu mais lentamente até julho, seguindo-se uma queda em setembro e novo aumento em novembro. No mês de maio, a porcentagem de carbono na parte morta foi praticamente igual à da parte viva, ou seja, 39,78 e 39,26% C, respectivamente (Fig. 16).

A porcentagem de potássio foi bem maior no material vivo do que no morto. A máxima porcentagem de potássio para o material vivo ocorreu em maio, ou seja, 2,62% K, seguindo-se uma queda até o mês de setembro, 2,07% e depois um novo aumento. Quanto ao material morto, houve diminuição na porcentagem a partir de janeiro até julho, ou seja, 1,01 a 0,72% K, seguido de aumento no mês de setembro (Fig. 17).

De janeiro a maio houve leve aumento na porcentagem de cálcio no material morto da gramínea *Spartina alterniflora*, seguida de um rápido aumento até julho, quando foi atingido seu pico, 0,39% Ca. De julho a setembro ocorreu queda na porcentagem de cálcio no material morto. A porcentagem de cálcio no material vivo oscilou durante o ano de 1974, observando-se dois picos,

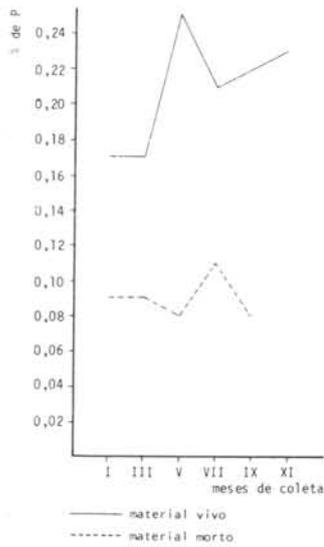


Fig. 14 - Porcentagem de P em *Spartina alterniflora*.

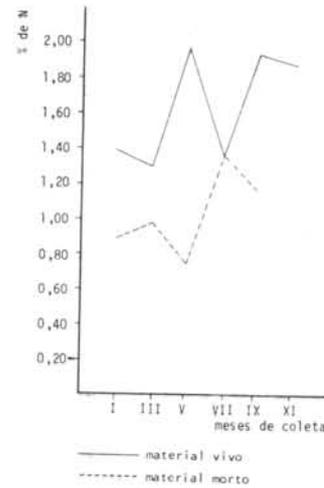


Fig. 15 - Porcentagem de N em *Spartina alterniflora*.

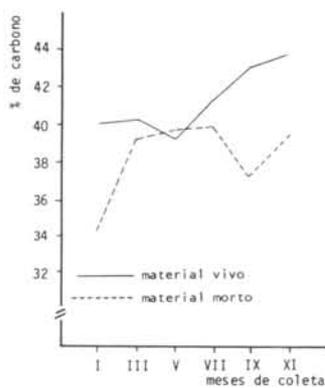


Fig. 16 - Porcentagem de C em *Spartina alterniflora*.

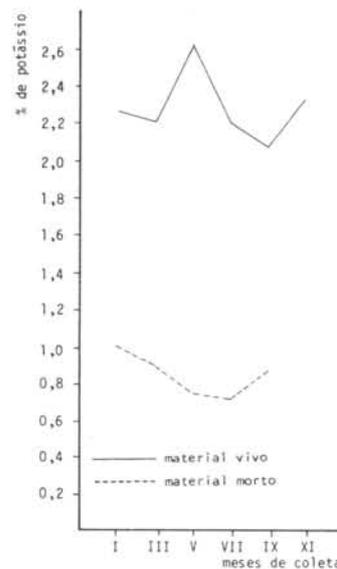


Fig. 17 - Porcentagem de K em *Spartina alterniflora*.

um em maio, 0,17% e outro em setembro, 0,18% (Fig. 18).

De janeiro a março ocorreu rápida queda na porcentagem de magnésio no material morto de *S. alterniflora*, seguindo-se lento aumento até julho e rápido aumento de julho a setembro. As porcentagens de magnésio para o material vivo, variaram de 0,24%, obtidas nos meses de maio e julho, até 0,29%, obtidas nos meses janeiro e novembro (Fig. 19).

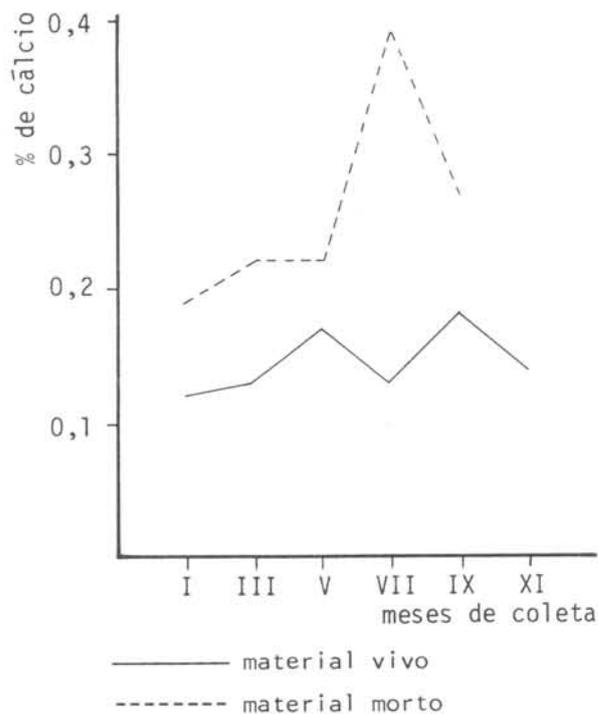


Fig. 18 - Porcentagem de Ca em *Spartina alterniflora*.

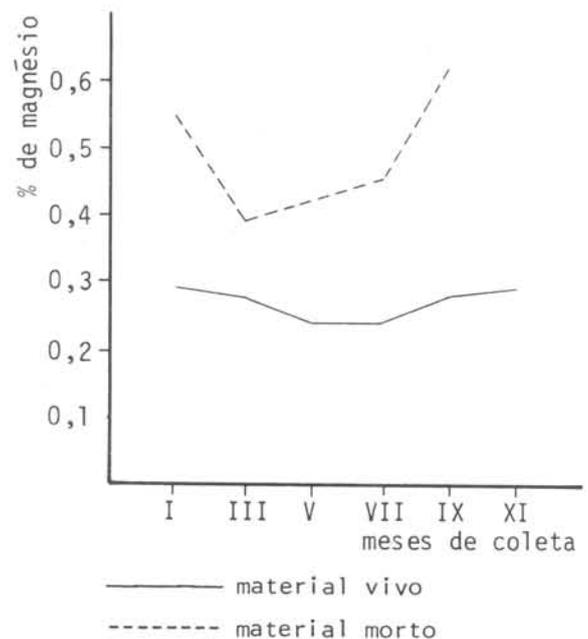


Fig. 19 - Porcentagem de Mg em *Spartina alterniflora*.

As porcentagens de ferro encontradas nos meses de março e julho para o material vivo foram: 0,062 e 0,017%, respectivamente, enquanto que para o material morto foram, respectivamente, 0,63 e 0,30%.

As porcentagens de cinzas do material vivo, durante o ano de 1974, variaram de 13,90 a 16,59%, enquanto que as do material morto variaram de 14,84 a 23,82%.

e) DADOS HIDROLÓGICOS E OBSERVAÇÕES CLIMATOLÓGICAS

Durante o ano de 1974, os resultados de salinidade variaram de 9,84 a 33,20‰ e os do teor de oxigênio dissolvidos na água de 2,35 a 6,92 ml/l (Tab. XI), enquanto que a temperatura da água apresentou um mínimo de cerca de 20°C, durante o inverno e um máximo de aproximadamente 31°C, durante o verão (Tabs XI e XII).

No mês de março, foi obtido o menor valor de salinidade e um elevado teor de oxigênio dissolvido na água. Nesta época, ocorreu a maior pluviosidade do ano (Tab. XII), de tal modo que a Ilha de Cananéia ficou sem acesso e por este motivo, as coletas foram realizadas uma semana após o tempo previsto. Em julho foi verificado um máximo de salinidade e um mínimo de oxigênio dissolvido na água, período em que ocorreu a menor precipitação relativa ao ano de 1974.

Nos meses de janeiro, julho e novembro foram obtidos valores de salinidade maiores na baixamar do que na preamar.

DISCUSSÃO

De acordo com os dados de Squiers & Good (1974), a forma anã de *Spartina alterniflora* alcança a altura de 20-30 cm, enquanto que a forma alta alcança a altura de 150-200 cm. Na área estudada, foi encontrado apenas um tipo de *Spartina alterniflora*, cuja altura máxima medida foi de 130 cm. Devido às características de *Spartina alterniflora* observadas na Ponta do Arrozal, como: sua localização numa região regularmente inundada pela maré e sua altura medida estar mais próxima às da forma alta, os dados do "standing-crop" utilizados para comparação serão aqueles encontrados para a da forma alta do Atlântico Norte.

Observou-se que os valores do "standing-crop" da *Spartina alterniflora* variaram de área para área em cada período de amostragem, o que pode ser explicado pelas diferentes fases de maturação das plantas (Keefe & Boyton, 1973), ou também por uma maior ou menor densidade das plantas nas áreas coletadas, uma vez que foi indicado haver correlação entre a densidade de *Spartina* e a quantidade de material vivo da planta.

TABELA XI - Valores de salinidade e oxigênio durante a baixamar e preamar nos dias de coleta

Data	Horas	Maré	Salinidade (‰)	Oxigênio (ml/l)	Temperatura da água (°C)
22/01/74	08:30	Baixamar	21,50	4,60	25
	14:15	Preamar	18,31	6,92	31
30/03/74	12:00	Baixamar	9,84	4,71	30
	14:00	Preamar	10,34	5,37	30
22/05/74	08:30	Baixamar	23,55	3,18	28
	15:00	Preamar	26,60	3,66	28
22/07/74	08:30	Baixamar	33,20	2,74	20
	14:00	Preamar	29,38	2,35	20
23/09/74	10:00	Baixamar	24,25	3,24	24
	15:45	Preamar	25,82	3,44	26
20/11/74	11:15	Baixamar	27,77	3,76	26
	15:30	Preamar	27,02	3,35	24

TABELA XII - Dados climatológicos da região de Cananãia para o ano de 1974, obtidos no Departamento de Oceanografia Física do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Meses	Temperatura média do ar (°C)	Temperatura média da água (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	24,65	26,7	228,0
Fevereiro	25,28	28,4	135,4
Março	24,60	27,4	254,1
Abril	21,82	25,3	170,3
Mai	20,34	23,1	103,7
Junho	17,71	20,3	141,8
Julho	18,14	20,3	44,5
Agosto	18,10	20,4	52,1
Setembro	18,20	20,4	69,2
Outubro	19,61	22,7	156,4
Novembro	21,65	24,4	133,1
Dezembro	22,79	25,0	178,6

Pelas estimativas obtidas para o "standing-crop" do material vivo, pode-se considerar o inverno como a época em que se obtém menor produção de *Spartina alterniflora*, uma vez que ocorre o decréscimo da quantidade de material vivo, sendo esta aumentada na primavera, quando se inicia a estação de crescimento, alcançando-se o máximo de produção durante o verão. De modo geral, as variações estacionais no "standing-crop" da parte aérea nas comunidades macrofitas subtropicais apresentam um rápido aumento na produção na primavera e um máximo no verão (Westlake, 1965). Esses resultados também foram obtidos por Morgan (1961), para as vegetações dos "marshes" de Canary Creek; por Gabriel & Cruz (1974) no estuário de St. Louis Bay, Mississipi e por Squiers & Good (1974) em Great Bay, perto de Tuckerton, New Jersey.

Como a estação de crescimento não era conhecida, as primeiras coletas foram iniciadas num período em que se verificou, posteriormente, ser aquele no qual se obteve o máximo valor do "standing-crop". Desta forma, o presente estudo abrangeu, em realidade, duas estações incompletas consecutivas de *Spartina alterniflora*. Os meses de janeiro a julho seriam a continuação da estação de crescimento, relativa ao ano de 1973, e os meses de setembro a novembro, seriam o início de uma nova estação. Assim sendo, os valores obtidos para o "standing-crop" de *Spartina alterniflora*, dizem respeito somente ao ano de 1974, e não à sua estação de crescimento.

Durante as coletas realizadas em março, observou-se gramíneas já floridas. Provavelmente começaram a florescer durante o verão, conforme ocorre no Atlântico Norte, de acordo com as observações feitas por Morgan (1961) e por Squiers & Good (1974). Segundo Westlake (1965), muitos autores observaram que o máximo de "standing-crop" ocorre no tempo de florescência, geralmente durante o verão no Hemisfério Norte, apesar de alguns estudos terem demonstrado que pode haver uma variação entre espécies diferentes, levando-se em conta certos lugares ou épocas do ano.

Nos estudos do "standing-crop" de *Spartina alterniflora* realizados no Atlântico Norte, as coletas foram efetuadas durante o pico da estação de crescimento (Keefe & Boyton, 1973; Squiers & Good, 1974; Udell *et al.*, 1969), ou no fim desta, quando a gramínea está em seu estado maduro (Williams & Murdoch, 1969; Nixon & Oviatt 1973a). Na região estuarina-lagunar de Cananéia, o máximo de "standing-crop" do material vivo de *Spartina*

alterniflora ocorreu em março, alcançando 816,00 g de peso seco/m² ou 698,57 g de peso orgânico/m², sendo um valor bem próximo aos valores encontrados em certas regiões do Atlântico Norte, como se verifica no quadro seguinte:

Local	Latitude	Peso seco (g/m ²)	Autor
Tuckerton, New Jersey	39°36'N-74°20'W	1.592	Squiers & Good (1974)
Ponta do Arrozal, Cananéia, SP	25°02'S-47°56'W	816	Presente estudo
Rhode Island	41°50'N-71°40'W 41°20'N-71°10'W	840	Nixon & Oviatt (1973a)
Hempstead, Long Island, N.Y.	40°42'N-73°37'W	827	Udell <i>et al.</i> (1969)
Beaufort, N.C.	34°44'N-76°41'W	545	Williams & Murdoch (1969)

Com relação à quantidade de tecido vegetal morto por metro quadrado, a curva de crescimento indicou leve aumento na quantidade deste material durante o pico da estação de crescimento, apesar de os valores da análise de variância terem mostrado não haver uma variação estacional significativa do material morto de *Spartina alterniflora* durante o ano de 1974. Como a quantidade deste material não variou muito durante o ano, concorda-se com o sugerido por Gabriel & Cruz (1974), de que este resultado possa ter sido devido à morte contínua da gramínea, o que seria indicado pela presença de materiais parcialmente em decomposição durante todo o ano.

Os resultados obtidos mostraram que ocorreu um aumento gradual na altura de *Spartina alterniflora*, a partir da época da desnudação até o mês de julho, quando se observou o término da estação de crescimento. Neste mês, as plantas atingiram sua maior altura média, encontrando-se também maior quantidade de material morto do que de vivo. Este fato pode explicar a correlação entre a altura da gramínea e a quantidade existente de material morto, pois à medida em que as plantas crescem, tornam-se mais maduras, possuindo assim, maior quantidade de material morto. Os resultados dos estudos de Williams & Murdoch (1969), indicam que a produção anual de *Spartina* por metro quadrado,

está correlacionada com a altura das plantas na maturidade sugerindo assim, que a produção de *Spartina* possa ser realizada meramente pela determinação da distribuição de freqüência de sua altura durante o outono. Nixon & Oviatt (1973a) sugerem também, que as medidas da altura de *Spartina* podem ser consideradas como estimativas da produtividade do "salt-marsh" ao longo da costa.

Durante toda a época de coleta, encontrou-se grande número de plantas novas, provavelmente oriundas da reprodução vegetativa de seus rizomas. Logo após o inverno, observou-se maior porcentagem de plantas novas, ocorrendo uma diminuição na porcentagem das gramíneas à medida em que a altura delas aumentava. A partir de novembro, provavelmente este banco tenderia a uma equalização em seu crescimento, ocorrendo nos invernos seguintes maior mortalidade das plantas, devido ao fim da estação de crescimento, seguindo-se nas primaveras o reinício do crescimento.

Pelos resultados obtidos na análise do "standing-crop" do material vivo, março foi o período em que ocorreu maior produtividade, como o ocorrido nas quatro áreas de *Spartina* coletadas ao acaso. Setembro foi a época de menor produtividade, devido ao início da estação de crescimento, quando se constatou grande número de plantas de pequena altura. Observou-se, a partir dessa época, a tendência de um aumento na produtividade, onde o máximo seria alcançado provavelmente no verão seguinte.

O estudo da quantidade de tecido vegetal morto da área desnudada mostrou uma variação, com um máximo ocorrido em julho e um mínimo em setembro. O mínimo de produção obtido em janeiro é significativo, já que corresponde à primeira coleta da gramínea logo após a desnudação da área e, portanto houve nesta área muitas plantas novas e poucas apresentando zonas mortas nas folhas. A quantidade de material morto encontrado foi aumentando à medida que as folhas se tornavam mais velhas, tendo atingido o máximo em julho, no fim da estação de crescimento. Essas observações concordam com as de Teal (1962), de que os detritos são produzidos durante todo o ano, sendo que a maior parte de *Spartina* morre nas estações de outono e inverno, após a formação de sementes. Deve-se porém, salientar que nas áreas de coletas ao acaso, os resultados não discordaram com as observações de Teal (1962), pois houve uma diminuição na quantidade de material vivo no outono e inverno, embora a quantidade de

material morto não tenha variado tanto quanto, a quantidade de material morto na área desnudada.

A diferença na produção de *Spartina alterniflora* das quatro áreas coletadas ao acaso e da área desnudada é válida, por se tratar de dois estudos de carácter diverso, diferindo quanto aos tratamentos iniciais para cada caso, principalmente o da área desnudada, que sofreu uma grande modificação em seu "habitat", devido à poda.

A fisionomia do banco de *Spartina alterniflora* alterou-se bastante ao longo das épocas de coleta, principalmente quanto ao aspecto físico da graminha e ao substrato onde se fixa. Observou-se durante o verão, gramíneas exuberantes e verdes, enquanto que no inverno eram amareladas e caídas. Quanto ao substrato, foi observado um aumento na fração arenosa. A deposição de areia fina foi maior nas proximidades das águas estuarinas e, à medida que esta distância aumentava, a deposição de areia fina tornou-se menor, aumentando porém a quantidade de silte e argila. Logo atrás da área desnudada, observou-se a formação de um "canal", que desembocava nas águas estuarinas (Fig.20). Verificou-se, portanto, que este era inundado durante a pre-



Fig. 20 - Vista do "canal" no meio do banco de *Spartina alterniflora*.

mar, enquanto que na baixamar ocorria o escoamento total das águas, sendo impossível o acesso a esta área, por ser o substrato muito lamacento. Este "canal" foi encontrado no dia 23 de setembro, aproximadamente, a dois metros de sua posição anterior. No local onde anteriormente se achava, apareceram novas gramíneas e o acesso a esta área tornou-se possível. A fisionomia do substrato apresentou sensível variação em setembro de 1975, não só devido à mudança de posicionamento desse "canal" no solo, mas também no aumento da quantidade de silte e argila e na diminuição da quantidade de areia fina, em relação ao ano de 1974. Essa região durante os dois anos de observações mostrou-se muito mutável, variando de fisionomia de um ano a outro, provavelmente por causa de fatores abióticos. Sadowsky (1952) também registrou observações sobre modificações ocorridas na região de Cananéia.

O conteúdo de matéria orgânica do sedimento no banco estudado de *Spartina alterniflora* foi maior do que o encontrado na praia de areia localizado ao lado deste, onde não se verificou presença de vegetação. Este fato provavelmente está relacionado com a presença de *Spartina alterniflora*, que também contribui para o enriquecimento do solo.

Quanto aos elementos químicos analisados, encontrou-se maior porcentagem de magnésio e cálcio no material morto, com relação ao encontrado no material vivo. Keefe & Boyton (1973) obtiveram o mesmo resultado quanto ao magnésio, sugerindo ser este vagarosamente lixiviado da planta morta. Em relação ao cálcio, Malavolta *et al.* (1967), citam que as folhas mais velhas de plantas em geral, apresentam teores de cálcio maiores do que as folhas novas, sendo o cálcio relativamente imóvel e por isso não ser facilmente redistribuído no vegetal. O conteúdo de cálcio, na *Spartina alterniflora* encontrada em Cananéia, foi menor do que o encontrado por Keefe & Boyton (1973), em Chincoteague Bay (EUA), ao contrário do carbono, nitrogênio e potássio que foram maiores em Cananéia. O conteúdo de fósforo encontrado neste estudo foi quase semelhante aos resultados obtidos por Keefe & Boyton (1973) e Burkholder (1956) nas folhas e colmos de *Spartina alterniflora* madura.

Observou-se, após a combustão do material a 550°C, alto teor de cinzas. O mesmo foi verificado por Burkholder (1956), sugerindo ser este resultado devido ao "habitat" em águas marinhas. O conteúdo de cinzas pareceu permanecer quase constante durante o período em que a gramínea esteve viva e aumen-

tar notavelmente após a morte, concordando com os resultados obtidos por Williams & Murdoch (1969). Verificou-se também, diferenças nas cinzas residuais entre o material vivo e morto. As cinzas do material vivo encontraram-se compactas, macias e de cor cinza-clara, enquanto que as do material morto encontraram-se soltas e de cor marrom-avermelhada. Segundo Keefe* essas observações não foram por ela notadas em seu material, sendo as cinzas residuais não compactas e fofas para os dois tipos de material. Keefe sugeriu, que as cinzas compactas poderiam não ter tido uma combustão completa. Como foi empregado o mesmo tratamento para ambos os materiais, sendo estes colocados e retirados simultaneamente da mufla e as amostras apresentarem sempre as mesmas características, independentes da época de coleta, provavelmente esta diferença não é devida a uma combustão incompleta do material vivo. Pela análise da porcentagem de ferro no material seco das amostras, sugere-se que a cor marrom-avermelhada do material morto, seja devida à maior concentração desta substância neste tipo de material do que no vivo. Williams & Murdoch (1969) e Burkholder (1956) também encontraram maior concentração de ferro no material morto de *Spartina alterniflora*. Adams (1963) concluiu que a *Spartina alterniflora* está restrita ao "salt-marsh" inferior, devido à sua moderada salinidade e à sua grande necessidade de ferro.

RESUMO

São apresentadas medidas do "standing-crop" e do peso de *Spartina alterniflora* em um "salt-marsh" de Cananéia. O "standing-crop" foi de 816 ± 187 g de peso seco/m⁻² ou 699 ± 164 g peso orgânico/m⁻² no pico da estação de crescimento. Em uma área desnudada, o crescimento máximo observado ocorreu em julho, quando a *Spartina* atingiu 130 cm. A primavera, o verão e o inverno foram, respectivamente, o início, o pico e o fim da estação de crescimento. Cinzas, Mg, Ca e Fe tiveram concentração maior em *Spartina* morta do que nas vivas.

* Keefe, C.W - Observações sobre as cinzas residuais dos materiais vivos e morto de *S. alterniflora*. Chesapeake Biological Laboratory. 1974. (Comunicação escrita).

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Luiz Roberto Tommasi apresento meu especial agradecimento pela sugestão do tema e orientação desta dissertação, pelo apoio e dedicação constante.

Ao Dr. Lyman B. Smith agradeço pela identificação da gramínea estudada, *Spartina alterniflora* Loiseleur, 1807.

Ao Dr. Alfredo Martins Paiva Filho e Lic. Dirce de Paulo e Silva Mendes pela orientação nas análises estatísticas.

À Lic. Gilda Schmidt pela colaboração nas análises de ferro realizadas no Laboratório do Departamento de Oceanografia Biológica do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

À Companhia Estadual de Tecnologia e de Saneamento Básico e Defesa do Meio Ambiente (CETESB) pelo auxílio prestado na elaboração das análises de C, N, P, K, Ca e Mg da gramínea estudada.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo para a realização deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, D. A. 1963. Factors influencing vascular plant zonation in North Carolina salt marshes. *Ecology*, 44(3):445-456.
- AMARAL, A. C. Z. 1975. Ecologia e contribuição dos anelídeos poliquetos para a biomassa benthica da zona das marés, no litoral norte do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 104 p. (Não publicado).
- AMERICAN PUBLIC WORKS ASSOCIATION. REFUSE DISPOSAL COMMITTEE. 1961. Tentative methods of analysis of refuse and compost. Chicago, Public Administration Service.
- BESNARD, W. 1950. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananãia-Iguape. II. Diversos aspectos atuais da região lagunar. *Bolm Inst. paul. Oceanogr.*, 1(2):3-28.

- BURKHOLDER, P. R. 1956. Studies on the nutritive value of *Spartina* grass growing in the marsh area of coastal Georgia. Bull. Torrey bot. Club, 83(5):327-334.
- & BORNSIDE, G. H. 1957. Decomposition of marsh grass by aerobic marine bacteria. Bull. Torrey bot. Club, 84(5):366-383.
- CASPER, H. 1967. Analysis of definitions and biological considerations. In: Lauff, G. H., ed. - Estuaries. Washington, D. C., Am. Ass. Adv. Sci., p. 6-8.
- GABRIEL, B. C. & CRUZ, A. A. de la 1974. Species composition, standing-stock, and net primary production of a salt-marsh community in Mississippi. Chesapeake Sci., 15(2):72-77.
- GARCIA OCCHIPINTI, A. 1959. Radiação global e insolação em Cananéia. Contribuição para o estudo de actinometria. Contrções Inst. oceanogr. Univ. S Paulo, sér. Ocean. fís., (1):1-40.
- 1963. Climatologia dinâmica do litoral sul brasileiro. Contrções Inst. oceanogr. Univ. S Paulo, sér. Ocean. fís., (3):1-86.
- GERLACH, S. A. 1954. Brasilianische Meeres-Nematoden I. (Ergebnisse eines Studienaufenthaltes an der Universität. São Paulo). Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 5(1/2):3-71.
- HARVEY, H. W. 1955. The chemistry and fertility of sea waters. Cambridge, Univ. Press, viii + 1.224 p.
- KATO, K. 1966a. Chemical investigation on the hydrographical system of Cananéia lagoon. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 15:1-12.
- 1966b. Geochemical studies on the mangrove region of Cananéia, Brazil. I. Tidal variations of water properties. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 15:13-20.
- 1966c. Geochemical studies on the mangrove region of Cananéia, Brazil. II. Physico-chemical observations on the reduction state. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 15:21-24.
- KAYLOR, W. H. & ULMER, W. S. 1973. Laboratory procedures to determine the nitrogen content of solid wastes. In: Bender, D. F., Peterson, M. L. & Stierli, H., ed. - Physical, chemical and microbiological methods of solid waste testing. Cincinnati, National Environmental Research Center, p. 1-14.
- KEEFE, C. W. 1972. Marsh production: a summary of the literature. Contr. mar. Sci., 16: 163-181.
- & BOYTON, W. R. 1973. Standing-crop of salt marshes surrounding Chincoteague Bay, Maryland, Virginia. Chesapeake Sci., 14(2):117-123.

- KRAMER, C. Y. 1956. Extension of multiple range test to group with unequal numbers of replications. *Biometrics*, 12(3):307-310.
- KUTNER, A. S. 1962. Granulometria dos sedimentos de fundo da região de Cananéia, S.P. *Bolm Soc. bras. Geol.*, 11(2):1-54.
- KUTNER, M. B. B. 1972. Variação estacional e distribuição do fitoplâncton na região de Cananéia. Tese de doutoramento. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 104 p. (Não publicado).
- MCDONALD, K. B. & BARBOUR, M. G. 1974. Beach and salt marsh vegetation of the North American Pacific Ocean. In: Reimold, R. J. & Queen, W. H., ed.- *Ecology of halophytes*. London, Academic Press, p. 175-234.
- MACHADO, L. de B. 1952. Pesquisas físicas e químicas do sistema hidrográfico da região lagunar de Cananéia. II. Águas de junção. Estudos iniciais das águas comuns da região da Ilha da Casca. Nota prévia sobre as águas na junção do Canal de Ararapira e Baía de Trapandê. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 3(1/2):55-75.
- MAGLIOCCA, A. & KUTNER, A. S. 1964. Conteúdo orgânico dos sedimentos de fundo de Cananéia, São Paulo. *Contrções Inst. oceanogr. Univ. S Paulo, sér. Oceanogr. fís.*, (7):1-14.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.P. de & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. 1967. Nutrição mineral de algumas culturas tropicais. São Paulo, Pioneira, 252 p.
- MANN, K. H. 1972. Macrophyte production and detritus food chains in coastal waters. *Proceedings of the IBP-UNESCO Symposium on detritus and its ecological role in aquatic ecosystems. Memorie Ist. ital. Idrobiol.*, 29(suppl.):353-383.
- MINIUSSI, I. C. 1953. "Croquis" topográfico da entrada da região lagunar de Cananéia (da Ilha do Bom Abrigo à cidade de Cananéia). *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 4(1/2):157-159.
- _____ 1959. Propagação da onda de maré em torno da Ilha de Cananéia. *Contrções Inst. Oceanogr. Univ. S Paulo, sér. Ocean. fís.*, (2):1-8.
- MORGAN, M. H. 1961. Annual angiosperm production on a salt marsh. MS Thesis. University of Delaware, 35 p.
- NIXON, S. W. & OVIATT, C. A. 1973a. Analysis of local variation in the standing-crop of *Spartina alterniflora*. *Botanica mar.*, 16(2):103-109.
- _____ 1973b. Ecology of a New England salt marsh. *Ecol. Monogr.*, 43(4): 463-498.

- ODUM, E. P. & CRUZ, A. A. de la 1967. Particulate organic detritus in a Georgia salt marsh-estuarine ecosystem. In: Lauff, G. H., ed. - Estuaries. Washington, D.C., Am. Ass. Adv. Sci., 282-388.
- PAREDES, J. F. & SCHMIDT, G. 1977. Analysis method of intracellular iron accumulated in phytoplankton. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 26(1):1-10.
- PERKIN-ELMER CORPORATION, Norwalk, Connecticut. 1973. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk, Perkin-Elmer Corp.
- PRADO, M. S. A. 1972. Mysidacea (Crustacea) da região lagunar de Cananéia. Tese de doutoramento. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 86 p. (Não publicado).
- REIMOLD, R. J. 1972. Salt marsh ecology: the effects on marine food webs of direct harvest of marsh grass by man, and the contributions of marsh grass to the food available to marine organisms. Sea Grant Rep. Univ. Georgia, p. 1-4.
- SADOWSKY, V. 1952. Observações sobre as modificações em curso na entrada de Cananéia, de sua barra e da região adjacente. I. Desgaste das costas. Nº 1 - Ponta da Trincheira (1952). Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 3(1/2):201-211.
- SHEA, M. L.; WARREN, R. S. & NIERING, W. A. 1972. The ecotype-ecophene status of varying height forms of *Spartina alterniflora*. Bull. ecol. Soc. Am.. 53(2):15-16.
- SHEPARD, F. P. & MOORE, O. G. 1954. Sedimentary environments differentiated by coarse-fraction studies. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 38:1792-1802.
- SMALLEY, A. E. 1959. 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.
- SQUIERS, E. R. & GOOD, R. E. 1974. Seasonal changes in the productivity, caloric content, and chemical composition of a population of salt-marsh cord-grass (*Spartina alterniflora*). Chesapeake Sci., 15(2): 63-71.
- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bd Can., (167):1-311.
- STROUD, L. M. & COOPER, A. W. 1968. Color infrared aerial photographic interpretation and net primary productivity of a regularly-flooded North Carolina salt-marsh. Water Resources Institute, North Carolina State University. Raleigh, N. C.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo, Blucher/EDUSP, 312 p.

- TEAL, J. M. 1962. Energy flow in the salt-marsh ecosystem of Georgia. *Ecology*, 43(4):614-624.
- TEIXEIRA, C. 1969. Estudos sobre algumas características do fitoplâncton da região de Cananéia e seu potencial fotossintético. Tese de doutoramento. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, 82 p. (Não publicado).
- & KUTNER, M. B. B. 1963. Plankton studies in a mangrove environment. I. First assessment of standing-stock and principal ecological factors. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 12(3):101-124.
- & TORGO, F. M. S. 1965. Efeito da respiração bacteriana. *Rvta bras. Biol.*, 25(3):287-294.
- ; TUNDISI, J. & KUTNER, M. B. B. 1963. Plankton studies in a mangrove environment. II. The standing-stock and some ecological factors. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 14:13-42.
- & SANTORO, J. Y. 1967. Plankton studies in a mangrove environment. IV. Size fractionation of the phytoplankton. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 16:39-43.
- 1969. Plankton studies in a mangrove environment. VI. Primary production, Zooplankton standing-stock and some environmental factors. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 54(2):289-301.
- TOMMASI, L. R. 1970. Observações sobre a fauna bêntica do complexo estuarino-lagunar de Cananéia (SP). *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 19:43-56.
- 1971. Equinodermes do Brasil. II: Equinodermes da Baía de Trapandê, situada no complexo estuarino-lagunar de Cananéia, S. Paulo. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 20(1):23-27.
- TUNDISI, J. 1969. Produção primária, "standing-crop" e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia. Tese de doutoramento. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, 130 p. (Não publicado).
- & TEIXEIRA, C. 1968. Plankton studies in a mangrove environment. VII: Size fractionation of the phytoplankton: some studies of methods. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 17:89-94,
- TUNDISI, T. M. 1972. Aspectos ecológicos do zooplâncton da região lagunar de Cananéia, com especial referência aos Copepoda (Crustacea). Tese de doutoramento. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. (Não publicado).
- UDELL, H. F.; ZARUDSKY, J.; DOHENY, T. E. & BURKHOLDER, P. R. 1969. Productivity and nutrient values of plants growing in the salt marshes of the town of Hempstead, Long Island. *Bull. Torrey bot. Club*, 96:42-51.

- WATANABE, K. & KUTNER, M. B. B. 1965. Plankton studies in a mangrove environment. III. Bacteriological analysis of waters in Cananéia. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 14:43-53.
- WENTWORTH, C. K. 1922. A scale of grade and terms for clastic sediments. J. Geol., 50:377-392.
- WESTLAKE, D. F. 1965. Some basic data for investigations of the productivity of aquatic macrophytes. Mem. Ist. ital. Hydrobiol., 18 (suppl.):229-248.
- WILLIAMS, R. B. & MURDOCH, M. B. 1969. The potential importance of *Spartina alterniflora* in conveying zinc, manganese and iron into estuarine food chains. In: Nelson, D. J. & Evans, F. C., ed. - Proceedings of the Second National Symposium on Radioecology. U.S. Atomic Energy Commission, Conf. - 670503, Ann Arbor, Mich.
- WILSON, D. L. 1973. Laboratory procedure for the gravimetric determination of carbon and hydrogen in solid wastes. In: Bender, D. F.; Peterson, M. L. & Stierli, M., ed. - Physical, chemical and microbiological methods of solidwastes testing, Cincinnati, National Environmental Research Center, p. 1-18.
- WOODHOUSE JR., W.W.; SENECA, E. D. & BROOME, S. W. 1974. Propagation of *Spartina alterniflora* for substrate stabilization and salt marshes development. Tech. Memo. Coastal Engng Res. Center, (46):1-155.

(Recebido em 06/dezembro/1976)