



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ – UESC

Departamento de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais

Área de concentração: Ecologia

Variação anual na estrutura de uma pradaria de *Halodule wrightii* Ascherson (Cymodoceaceae) em uma praia tropical abrigada no Brasil.

DÉBORA LUANA DALTRO VILA NOVA

ILHÉUS – BAHIA

2010

DÉBORA LUANA DALTRO VILA NOVA

Varição anual na estrutura de uma pradaria de *Halodule wrightii* Ascherson (Cymodoceaceae) em uma praia tropical abrigada no Brasil.

Dissertação apresentada, para obtenção do título de Mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais, à Universidade Estadual de Santa Cruz.

Orientadora: Dr^a. Erminda da Conceição Guerreiro Couto

Co-Orientadora: Dr^a. Fernanda Jordão Guimarães

ILHÉUS – BAHIA

2010

V695

Vila Nova, Débora Luana Daltro.

Variação anual na estrutura de uma pradaria de
Halodule wrightii Ascherson (Cymodoceaceae) em
uma praia tropical abrigada no Brasil / Débora Luana
Daltro Vila Nova. – Ilhéus, BA: UESC/PPGSAT, 2010.
24 f. : il.

Orientadora: Erminda da Conceição Guerreiro Couto.

Co-orientadora: Fernanda Jordão Guimarães.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Sistemas
Aquáticos Tropicais.

Inclui bibliografia.

1. Biologia marinha. 2. Fanerógamos – Bahia. 3. Plan-
tas aquáticas – Aspectos ambientais. 4. Ecologia cos-
teira. 5. Sedimentos marinhos. I. Título.

CDD 578.77

DÉBORA LUANA DALTRO VILA NOVA

**Varição anual na estrutura de uma pradaria de *Halodule wrightii*
Ascherson (Cymodoceaceae) em uma praia tropical abrigada no
Brasil.**

Comissão examinadora

Dr^a. Erminda da Conceição Guerreiro Couto
UESC/ Departamento de Ciências Biológicas
(orientadora)

Dr^a. Fernanda Jordão Guimarães
UESC/ Departamento de Ciências Biológicas
(co-orientadora)

Dr. Marcelo Mielke
UESC/ Departamento de Ciências Biológicas
(membro externo)

Dr^a. Kátia Regina Vieira de Rezende
UESC/ Departamento de Ciências Biológicas
(membro externo)

Dr^a. Daniela Mariano Silva
UESC/ Departamento de Ciências Biológicas
(membro interno)

Dedico estes anos de estudo aos meus pais. Muito obrigada pelo amor incondicional e exemplos de vida que em deram durante toda a minha vida!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por iluminar meus caminhos, e colocar em minha vida os colaboradores certos para que eu atinja os meus objetivos.

Aos meus pais, primeiros desses colaboradores e grandes culpados por tudo isso. Não existe nem sequer um minuto que eu não me lembre de vocês, principalmente quando, em alguns momentos, estive desanimada.

Aos meus irmãos, companheiros de todos os momentos. Às vezes sem pronunciar palavra alguma o olhar de vocês três é animador, estimulante.

Agradeço a UESC pela infra-estrutura cedida. À CAPES pela bolsa concedida.

À minha orientadora Erminda, pela orientação e amizade ao longo não só do período de mestrado, mas de todos esses anos de trabalho.

Aos professores Marcelo Landin, Daniela Maiano e Alexandra Rizzo por sempre ter uma palavra de apoio nos momentos mais difíceis, e pela colaboração dada por eles nas bancas dos seminários e qualificação.

Minhas amiguinhas lindas do mestrado e as amiguinhas de todos esses anos de graduação e especialização, que ouviram com paciência minhas lamentações, me deram força, dicas e me fizeram continuar nessa caminhada com mais alegria.

Fênix, minha companheira de todas as coletas, pelos momentos alegres e difíceis que passamos juntas em Coroa Vermelha! E à Raimunda, secretária de Fênix que mandava comidinhas deliciosas para a gente!

À Vanessa, Caio, Tio Valter, Jessi, Dani, Fênix e João, por me ajudar na coleta servindo de ponto fixo, sem poder se mexer naquele sol de rachar a moleira!!! Vocês foram simplesmente incríveis!

À Emília e Eugênio, que foram verdadeiros pais durante esse ano, nos recebendo sempre com um sorriso largo, procurando nos acomodar sempre da forma mais confortável possível, cedendo o espaço da Pousada Aldeia Portuguesa para nossas pesquisas “malucas”!

Aos motoristas que nos levavam para Coroa Vermelha para realizar as coletas.

Á Lorena, pelas longas conversas no MSN, onde discutíamos estatística, ecologia, física, química, relacionamento, comportamento animal, humano, Freud, Nietzsche, blogs, gibi, quadrinhos, cruzadas, espiritualismo... e o que der na telha! Te adoro amiguinha.

A minha amiga e co-orientadora Fernanda, por aceitar esse presente de grego nos 45 do último tempo. Sua percepção aguçada, inteligência, paciência e comprometimento, fazem de você uma pesquisadora fantástica! Quando crescer quero ser igual a você.

E finalmente, á minha lindíssima e amada PRADARIA MARINHA! Sem você esse trabalho não seria possível!

SUMÁRIO

Abstract.....	1
Resumo.....	1
Introdução.....	2
Material e Métodos.....	4
1. Área de Estudo.....	4
2. Procedimentos de Campo e Laboratório.....	4
3. Análise de Dados.....	7
Resultados.....	7
1. Área da Pradaria.....	7
2. Densidade Média.....	10
3. Biomassa.....	10
4. Variação Morfológica.....	12
Discussão.....	15
Referências Bibliográficas.....	20

**Varição anual na estrutura de uma pradaria de *Halodule wrightii* Ascherson
(Cymodoceaceae) em uma praia tropical abrigada no sul da Bahia Brasil.**

**Annual variation in the structure of the seagrass *Halodule wrightii* Ascherson
(Cymodoceaceae) in a sheltered tropical beach Bahia, Brazil).**

Débora Luana Daltro Vila Nova

Autor para correspondência: Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais, Departamento de Ciências Biológicas, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil. (<http://www.uesc.br>).
e-mail: debora_daltro@yahoo.com.br

Abstract: The main goal of this study was to follow the annual variation in structural features of *Halodule wrightii* in a beach of Northeast Brazil. In Coroa Vermelha beach (Santa Cruz Cabrália - BA) this species is found at the arc of Coroa Vermelha Reef, forming monospecific meadows whose density varies from very sparse to very dense. Data were collected from December 2008 to November 2009, including the extension survey of the patch and collecting of the phanerogam in order to obtain aboveground and belowground biomass values and morphological characters. The area occupied by the seagrasses varied during the studied period, especially in areas near to the sandbank. Seasonality seemed has not an important relationship with the variation observed in density and biomass, which presented significant differences among the evaluated months, especially between February and March. There was great mortality in February and in September, preceded by an increase in recruitment. There were significant differences among the individual length (IL), leaf width (WL) and internodes' distance (ID) along the year and between portions (north and south). The belowground biomass represented about 70% of the total biomass of plant and it did not show significant differences among months. However, it can be observed that the variation of CI, LF, DN, aerial density and biomass were influenced by the mobilization of sediment occurred in site during the studied period. The underground biomass remained high during the year, because it fulfilled the important role of store the produced energy in the aerial compartment, and absorb nutrients of the leaves in senescence.

Keywords: Biomass, density, morphology, mobilization of sediment.

Resumo: O objetivo geral desse trabalho foi acompanhar a variação anual na estrutura de uma pradaria composta de *Halodule wrightii*. Em Coroa Vermelha (Santa Cruz Cabrália – BA) esta espécie está presente no arco interno do recife de Coroa Vermelha, formando prados monoespecíficos que alternam cobertura muito rala a muito densa. Os dados foram obtidos entre Dezembro de 2008 e Novembro de 2009, compreendendo o levantamento da extensão da mancha e a coleta da fanerógama para obtenção dos valores de biomassa aérea e subterrânea, além da análise de caracteres morfológicos. A área ocupada pela pradaria variou durante o período estudado, especialmente nas áreas próximas ao banco de areia. A densidade e a biomassa aérea variaram independente da sazonalidade, e foram significativamente diferentes entre os meses estudados, especialmente entre fevereiro e março. Houve grande mortalidade em fevereiro e em setembro, precedidos de um aumento no recrutamento. A biomassa subterrânea representou cerca 70% da biomassa total da planta e não apresentou variação significativa entre os meses. Houve diferenças significativas entre o comprimento total do indivíduo vivo (CI), largura da folha viva (LF) e distância do entrenó (DN) durante o ano e entre as porções (norte e sul). Observou-se, entretanto, que a variação do CI, LF, DN, densidade e biomassa aérea foram motivadas pela mobilização do sedimento ocorrida no local durante o período estudado. A biomassa subterrânea manteve-se alta durante o ano, pois cumpriu o importante papel de armazenar a energia produzida no compartimento aéreo, e reabsorver os nutrientes das folhas em senescência.

Palavras-chaves: Biomassa, densidade, morfologia, mobilização de sedimentos.

Introdução

As fanerógamas marinhas são plantas de crescimento clonal que formam pradarias, geralmente monoespecíficas e em ambientes rasos de zonas temperadas e tropicais (Tomlinson 1974). As pradarias apresentam grande importância nos ecossistemas costeiros. Desempenham importante papel trófico devido a sua contribuição direta na produção primária, além do papel estrutural, por fornecer substrato para o crescimento de organismos epífitos e abrigar uma variada comunidade animal (Duarte 1989). Adicionalmente, as pradarias marinhas estabilizam o sedimento, podendo alterar a hidrodinâmica local e diminuir a erosão (Fonseca & Fisher 1986).

Em pradarias marinhas, que sofrem frequentes distúrbios ambientais, são comuns períodos de alta mortalidade. Estes locais costumam ser colonizados por espécies de pequeno porte que possuem capacidade de propagar rizomas rapidamente e ocupar os espaços vazios (Duarte & Sand-Jensen 1990, Duarte 1991). Em ambientes nos quais existe grande mobilidade de sedimentos, e conseqüentemente soterramento, algumas espécies são capazes de orientar o crescimento de novos rizomas para a superfície do sedimento (Phillips 1980).

Halodule wrightii Ascherson está distribuída em toda a costa brasileira, apresentando grande plasticidade fenotípica e alta capacidade para colonização pioneira (Laborel-Deguen 1963). Essa espécie pode apresentar diferenças morfológicas entre populações geograficamente distintas e entre indivíduos da mesma população. As principais diferenças foram registradas no comprimento e largura das folhas, no diâmetro do rizoma e na distância do entrenó (Creed 1997). Estudos sugerem que essas alterações podem estar relacionadas com características ambientais como hidrodinâmica, composição granulométrica, turbidez da água, temperatura, salinidade e tempo de exposição, ou ainda, por características genotípicas (McMillan 1978; Creed 1997).

Populações de *H. wrightii* que permanecem submersas possuem folhas mais compridas, largas e com a distância do entrenó maior do que populações situadas em locais rasos, onde ocorrem eventuais emersões (Phillips 1960; Laborel-Deguen 1963; Phillips 1967; Magalhães 1997). Essas características morfológicas podem também, ser acentuadas por fatores bióticos, como por exemplo, o aumento da distância do entrenó em *H. wrightii* quando exposta a competição interespecífica por espaço (Tomasko 1992).

De acordo com Duarte (1991), as taxas de alongamento horizontal de gramas marinhas decrescem com o aumento do diâmetro do rizoma, mas aumentam com o incremento da distância do entrenó, sendo este fator considerado relevante no estudo do crescimento e ocupação de espaço. Os rizomas crescem através da redistribuição dos produtos da fotossíntese, que está estreitamente relacionada com o desenvolvimento das folhas e dos brotos (Duarte 1990, Williams 1990, Duarte 1991). Assim, em populações de fanerógamas, sujeitas ou não a distúrbios ambientais, a distância do entrenó e o acompanhamento do desenvolvimento das folhas e dos brotos podem determinar se a população está crescendo ou declinando (Olesen & Sand-Jensen 1994; Creed 1997).

As gramas marinhas e algumas plantas terrestres de ambientes instáveis podem apresentar a estratégia de acumular biomassa na porção subterrânea (Steverson 1988). Esta resposta é uma importante adaptação ecológica às perdas ocorridas na parte aérea da planta que está exposta diretamente às pressões ambientais, como a herbivoria e o soterramento. Além disso, os órgãos subterrâneos das fanerógamas marinhas têm fundamental importância na nutrição, ancoragem e ocupação do espaço (Duarte & Sand-Jensen 1990; Duarte 1991; Duarte et al. 1998). Assim, a estimativa da biomassa aérea e subterrânea, separadamente, é importante para a avaliação do investimento da planta em biomassa aérea e subterrânea em decorrência, ou não, de distúrbios ambientais ou biológicos.

O conhecimento existente sobre essa espécie inclui, na maioria das vezes, aspectos da variação da biomassa aérea e subterrânea e da densidade. No Brasil, estudos realizados na costa dos estados de Pernambuco (Magalhães 1997) e Rio de Janeiro (Creed 1999) abordaram aspectos da biomassa, densidade e morfologia em diferentes níveis de emersão, além de uma revisão realizada por Marques & Creed (2008).

A Bahia possui um extenso litoral com grande variedade de ecossistemas. Estes, porém, permanecem pouco estudados ou ainda desconhecidos. A pradaria composta por *H. wrightii*, situada no arco interno do recife de Coroa Vermelha (Santa Cruz Cabrália) nunca havia sido objeto de estudo, assim a descrição dos padrões morfológicos e da dinâmica de crescimento locais são importantes, pois permitem comparação com ambientes localizados, por exemplo, em zonas temperadas, onde as pesquisas sobre esta fanerógama estão mais avançadas.

O objetivo geral desse trabalho foi acompanhar o desenvolvimento de uma área de pradaria dominada por *H. wrightii*, avaliando as variações na densidade, na biomassa e nas características morfológicas.

Material e Métodos

1. Área de estudo

A Enseada de Mutá ($16^{\circ}20'0,28''$ S; $39^{\circ}00'3,17''$ W), está localizada na porção sul do arco interno do recife de Coroa Vermelha (Santa Cruz Cabrália – BA) (Fig. 1). É uma área de circulação restrita que está sujeita à exposição durante a maré baixa. Em virtude da sua localização e pequena profundidade sofre a ação direta dos ventos do quadrante sul e sudoeste que provocam frequentes eventos de remobilização de sedimento, o que promove alternância entre episódios de soterramento e exposição do mesmo.

A pradaria estudada dista cerca de 75m da base do tómbolo que liga a praia ao platô recifal. Forma um mosaico que alterna áreas de cobertura muito rala a muito densa intercaladas por sedimento desnudo. A espécie dominante é *H. wrightii*, porém podem ser encontradas pequenas manchas de *Halophila decipiens* Ostenfeld. Está sujeita a emersão durante a maré baixa e a frequente deposição de sedimento. A comunidade ribeirinha composta por indígenas e pescadores utiliza rede de arrasto manual para pescar dentro da enseada. Essa área também é visitada por turistas durante todo o ano, estando sujeita a constante pisoteio.

2. Procedimento de campo e laboratório

As amostragens foram realizadas mensalmente, entre dezembro de 2008 e novembro de 2009, durante as marés baixas de sizígia. Inicialmente foi estabelecido um ponto fixo no arco recifal o qual foi alinhado com pontos notáveis situados na Praia de Coroa Vermelha. A partir do marco inicial à distância até o início da pradaria foi mensurada, tornando-se o eixo principal (EP) de acompanhamento. Eixos laterais (EL), variáveis de acordo com a extensão da mancha, foram estabelecidos a cada 10 m (Fig. 1).

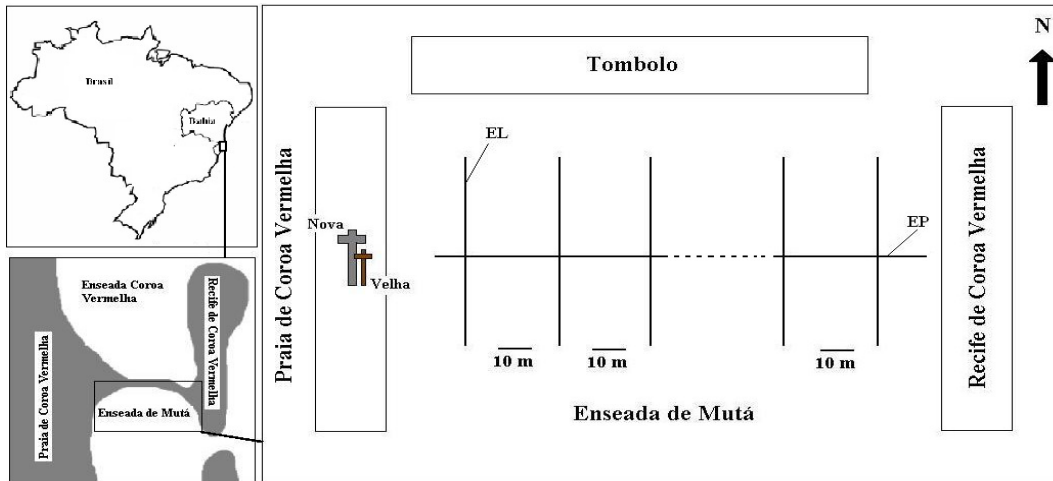


Figura 1. Localização da área de estudo e esquema mostrando à orientação do eixo principal (EP) e dos eixos laterais (EL) totalizando 26 eixos do recife a praia de Coroa Vermelha, nos quais foram realizadas as medidas da pradaria (norte e sul), representados em uma situação de maré baixa.

Em todos os eixos laterais foram tomadas às medidas de extensão da pradaria nas direções Norte e Sul. A área de cobertura total, a cada mês, foi analisada tomando como base as extensões dos eixos laterais. O percentual de cobertura foi relacionando com área total para obter a área ocupada por cada nível de cobertura em cada mês analisado.

Além disso, dentro da mancha mensurada, foram estipulados os percentuais de cada nível de cobertura da pradaria, sendo: (I) muito rala - até 25% de cobertura visual; (II) rala - de 25 a 50%; (III) densa - de 50 a 75% e (IV) muito densa - de 75 a 100% (Fig. 2).

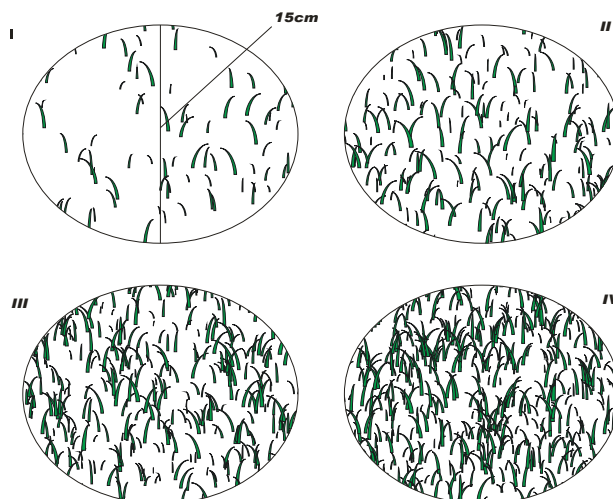


Figura 2. Esquema mostrando os níveis de cobertura pré - estabelecidos, coletados com amostrador de PVC de 15 cm de diâmetro, a cada mês. I = muito rala; II = rala; III = densa e IV = muito densa.

Em cada nível de cobertura, identificados dentro da mancha mensurada, foram coletadas cinco amostras utilizando um amostrador de PVC de 15cm de diâmetro e área de 0,018m². Cada amostra foi acondicionada em saco de tecido com malha de 1mm de abertura, sendo eliminado o excesso de sedimento por lavagem em água do local e levada ao laboratório para análise de densidade e biomassa.

Os indivíduos vivos (IV), mortos (IM) e rizomas + raízes (R+R) coletados em cada nível de cobertura foram separados. Cada categoria foi contabilizada, congelada e transportada para o laboratório de Oceanografia Biológica da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. Posteriormente, as amostras foram descongeladas e levadas à estufa a 60°C por 48h, ou até atingirem peso constante, para a obtenção do peso seco (PS).

No final dos eixos laterais (norte e sul), localizados a cada 30m, foi coletado um rizoma completo com no mínimo dez indivíduos. O comprimento total dos indivíduos vivos (CI), a largura total das folhas vivas (LF) e distância do entrenó (DN), de cada rizoma, foram mensuradas com um paquímetro (0,05mm de precisão) (Fig. 3).

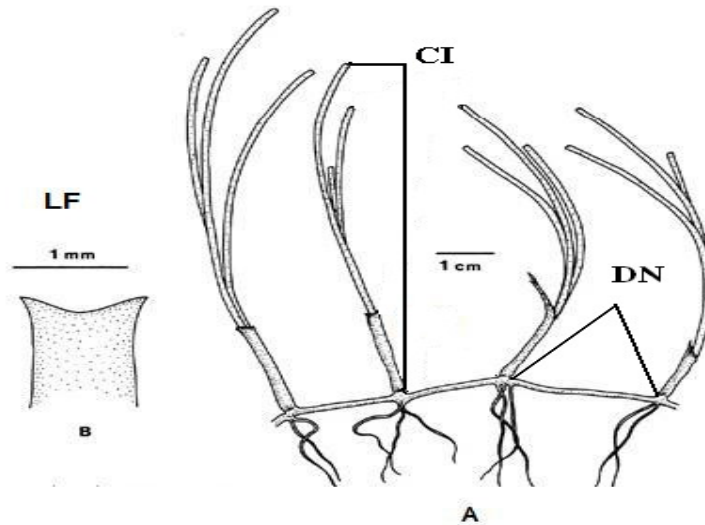


Figura 3. Esquema de *Halodule wrightii* Ascherson mostrando como foram tomadas as medidas para análise morfométrica: comprimento total do indivíduo vivo (CI), largura da folha viva (LF) e distância do entrenó (DN). Modificado de Phillips & Meñez (1998).

Na coleta realizada em junho houve uma entrada de frente fria e forte ressaca nessa região fazendo com que a pradaria não ficasse exposta durante a maré baixa, não permitindo a coleta do material para análise de densidade e biomassa. Em julho houve

maré meteorológica represando a água na enseada, o que não permitiu a coleta do material para análise morfológica nessa ocasião.

3. Análise dos dados

A densidade (número de indivíduos.m⁻²) foi estimada para cada nível de cobertura e extrapolada para área total. As densidades médias de IV e IM foram comparadas entre os meses utilizando ANOVA ($\alpha = 0,05$) com *n* de 20 amostras por mês.

A biomassa total foi obtida através da soma do PS das folhas com o PS das raízes e rizomas e dividindo esse valor pela área amostrada em metros quadrados. A biomassa aérea e subterrânea foi obtida dividindo o PS pela área amostra em metros quadrados e comparadas mensalmente por ANOVA ($\alpha = 5\%$) com *n* de 20 amostras por mês.

As características morfológicas da planta foram comparadas entre as manchas e entre os meses através da análise de variância (ANOVA) complementada pelo teste de Tukey com nível de significância igual de 5%, utilizando o pacote estatístico SigmaStat 3.1.

Resultados

1. Área da pradaria

O eixo principal (EP) percorreu uma extensão de 260m do início da pradaria próxima ao recife até a praia, totalizando 26 eixos laterais (EL). A pradaria atingiu sua maior área total em ago/09 (2.982 inds.m⁻²) e a menor em jul/09 (636 inds.m⁻²) (Fig. 4). A área total aumentou gradualmente entre dez/08 e mai/09, reduzindo em jun/09 e jul/09 e oscilando entre ago/09 e nov/09 (Fig.4).

Em média, 85% da área esteve coberta por vegetação muito rala (I) e rala (II) e apenas 15% por vegetação densa (III) e muito densa (IV). Em dez/08 e jun e jul/09 a pradaria foi composta apenas por cobertura rala e muito rala. Em mai/09 não foi observada pradaria muito densa, nos outros meses todos os níveis estavam presentes, mas o percentual de cobertura de cada nível variou durante o período amostrado (Fig.4).

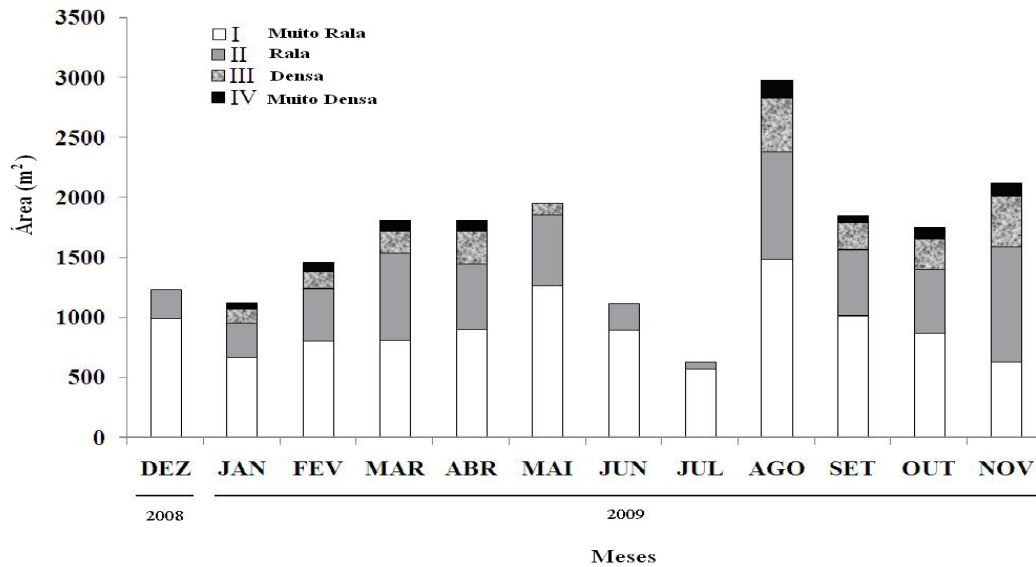


Figura 4. Área total da pradaria, registrada mensalmente na enseada do Mutá, apresentando a participação de cada nível de cobertura: I = vegetação muito rala; II = vegetação rala; III = vegetação densa e IV= vegetação muito densa.

Foi possível observar que com o movimento da maré um canal de escoamento principal de água surgia, localizando-se próximo a região central do EP e dividindo a pradaria em duas manchas: Mancha A (localizada perto do recife) e Mancha B (próxima da praia).

A Figura 5 apresenta a variação mensal na extensão das manchas A e B, e permite visualizar a migração do canal de escoamento ao longo do ano.

A mancha B ocupou em média uma área maior ($898,17 \pm 363,3 \text{ m}^2$) em relação à mancha A ($685,33 \pm 342,08 \text{ m}^2$) durante todo o período amostrado. As duas manchas apresentaram uma grande variação da extensão no sentido norte, entre os meses analisados (Fig. 5). A mancha A apresentou crescimento, na direção sul, de dezembro a maio, sendo que nos meses de junho e julho houve considerável diminuição da extensão que voltou a aumentar entre agosto e outubro. Na mancha B o crescimento, na direção sul, ocorreu até abril, com uma diminuição da extensão até julho, e grande variação nos últimos meses.

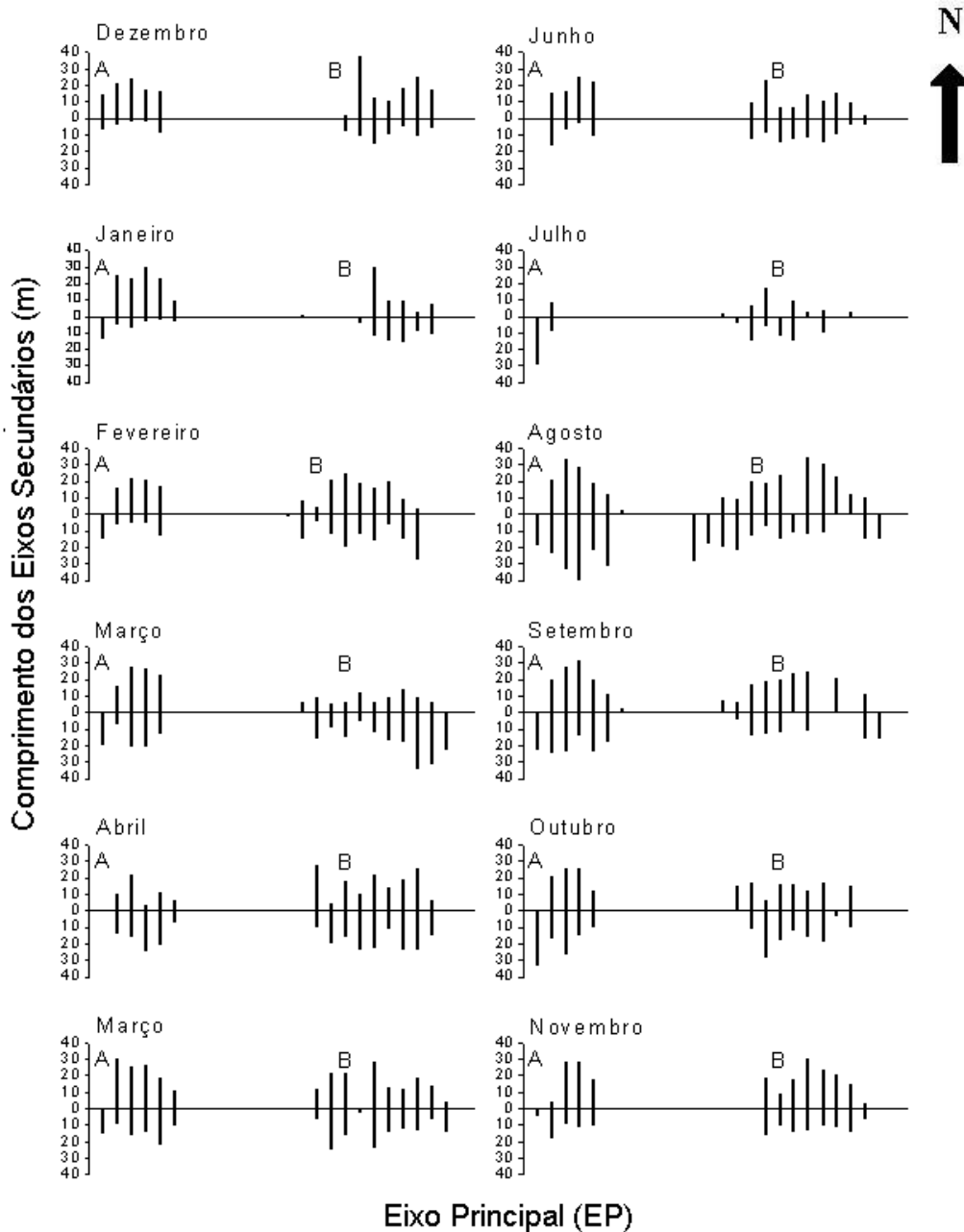


Figura 5. Variação mensal na posição e no comprimento dos eixos secundários, nas direções norte e sul, mostrando o canal de escoamento de água e as machas A e B.

2. Densidade Média

A densidade média de indivíduos vivos (IV) diferiu entre os meses amostrados ($F = 9,5944, p = 0,000$), sendo a maior densidade ($4.551 \pm 2.868 \text{ inds.m}^{-2}$) registrada em janeiro e a menor ($1.130 \pm 851 \text{ inds.m}^{-2}$) em julho. Foi possível observar dois períodos de alta densidade sendo que o principal ocorreu entre janeiro e abril e o secundário entre agosto e novembro (Fig. 6A).

A densidade de indivíduos mortos (IM) diferiu significativamente entre os meses estudados ($F = 7,5821$, $p = 0,0000$). Foram registrados dois períodos com maior densidade de IM, um em fevereiro e março e outro entre setembro e outubro. Fevereiro foi o mês com maior densidade de indivíduos mortos ($2,497 \pm 1,845$ inds.m⁻²) (Fig. 6B).

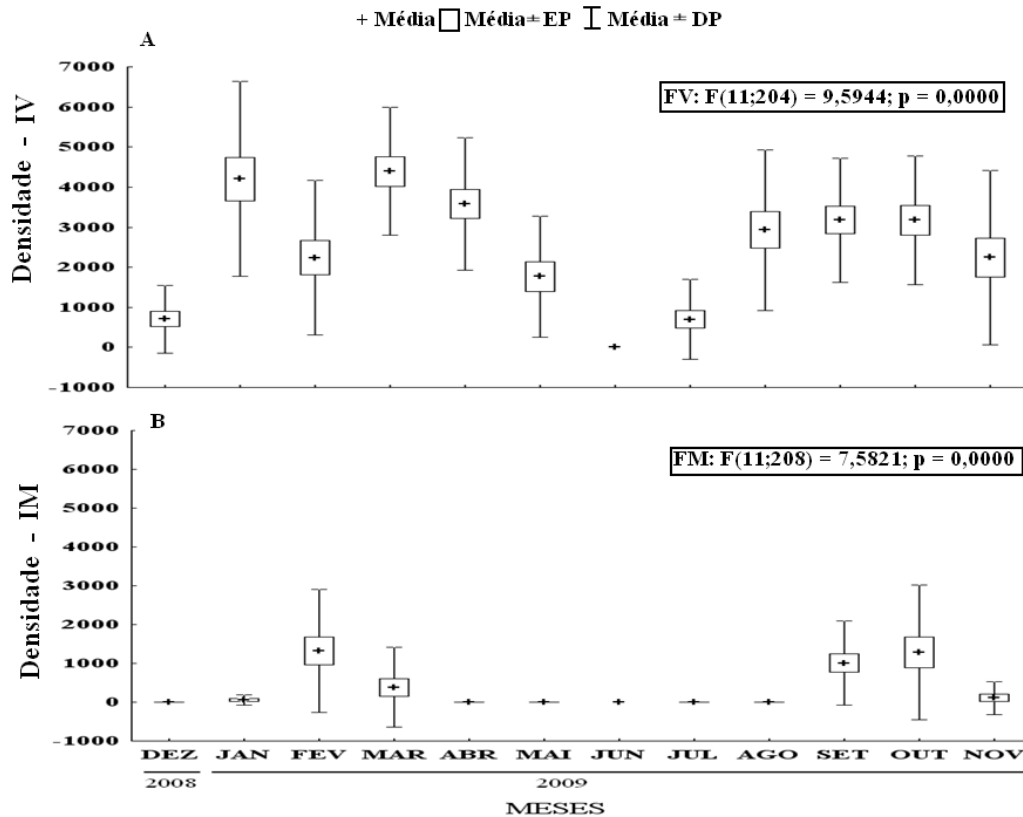


Figura 6. Densidade média dos indivíduos vivos (IV) e mortos (IM) por metro quadrado registrados entre dez/08 e nov/09, na enseada de Mutá.

3. Biomassa

A biomassa total foi em média 26,37 gPS.m⁻² (mín. = 8,62 e max. = 52,95 gPS.m⁻²). A biomassa subterrânea representou 70% da biomassa total da planta durante o período estudado.

A ANOVA mostrou diferenças significativas na biomassa aérea entre os meses ($F = 7,4757$, $p = 0,0000$). O valor mínimo foi registrado em julho (0,71 gPS.m⁻²) e o máximo em agosto (9,18 gPS.m⁻²) (Fig. 7A). A biomassa subterrânea apresentou diferença significativa entre os meses ($F = 5,8695$, $p = 0,0000$), sendo o valor mínimo observado em dezembro (2,71 gPS.m⁻²) e o valor máximo em agosto (39,15 gPS.m⁻²) (Fig. 7B).

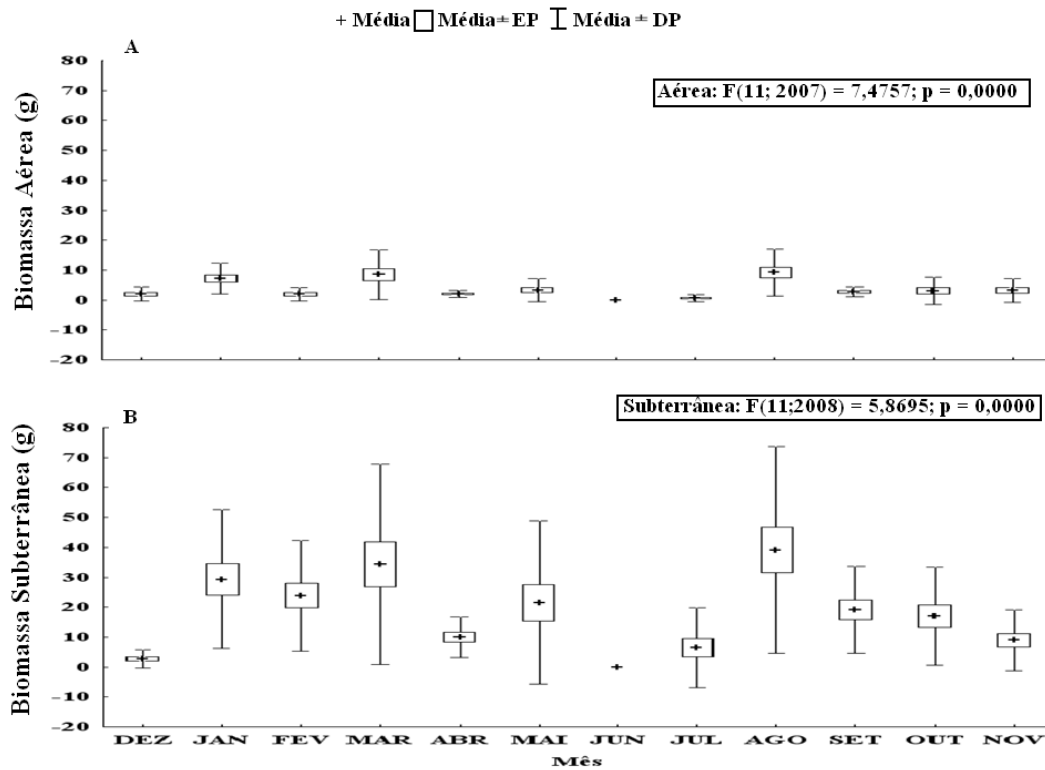


Figura 7. Biomassa média, aérea e subterrânea, dos indivíduos vivos, por metro quadrado, entre dez/08 e nov/09, na enseada de Mutá.

A razão entre a biomassa subterrânea e a aérea apresentou valores superiores a 1 ao longo de todo o período de estudo. A maior razão foi registrada em fevereiro e a menor em dezembro (Fig. 8).

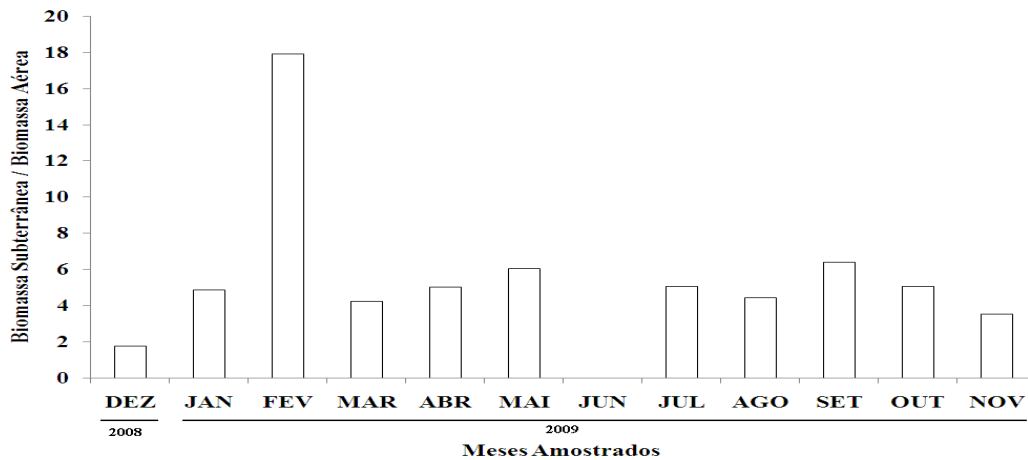


Figura 8. Razão entre a biomassa subterrânea e aérea nos meses amostrados.

4. Variação morfológica

O comprimento médio dos indivíduos (CI) apresentou diferenças significativas ($F = 23,597$ $p < 0,001$) entre as manchas, sendo que a porção sul da mancha A (AS)

($6,37 \pm 2,62$ cm) diferiu do sentido norte (AN) ($5,02 \pm 1,83$ cm), da mancha B norte (BN) ($4,59 \pm 1,41$ cm) e sul (BS) ($5,17 \pm 2,03$ cm); BS diferiu de apenas de AS e BN (Fig. 9).

Observou-se, nas duas direções de ambas as manchas, variações significativas entre os meses ($p < 0,001$). Os menores comprimentos médios na mancha AN foram registrados em março e maio e na AS em março e novembro. Na mancha BN o menor CI foi observado em março e na BS em fevereiro.

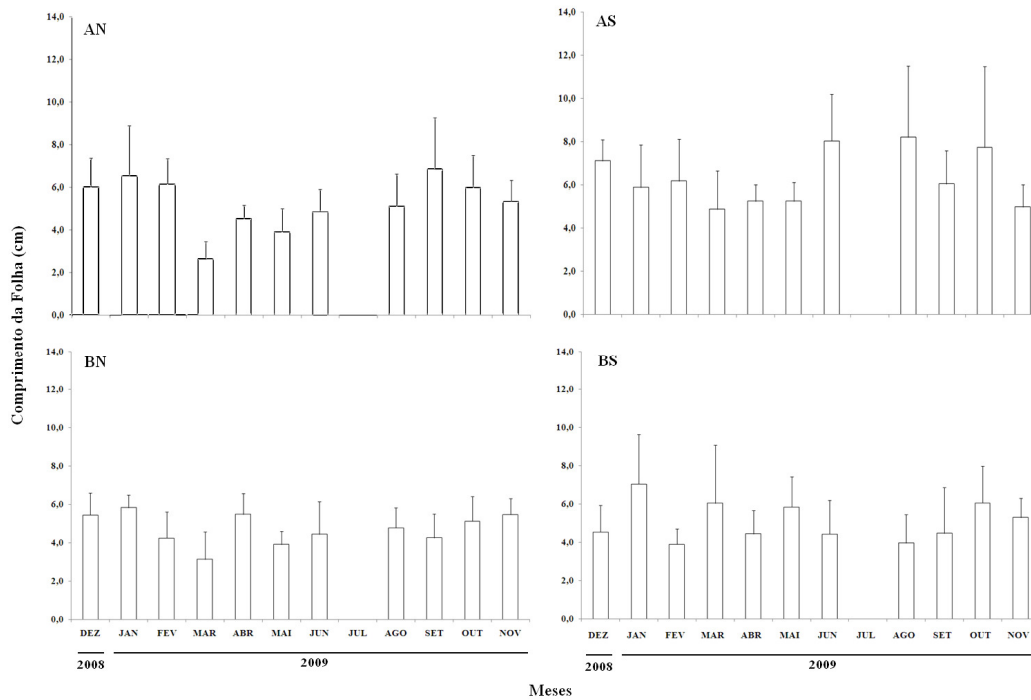


Figura 9. Comprimento médio dos indivíduos das manchas A e B, nas direções (N e S), entre dez/08 e nov/09.

A largura da folha (LF) apresentou diferenças significativas ($p < 0,001$) nas duas manchas e direções, sendo que apenas AS diferiu das demais áreas. Apesar de muito parecidas, em alguns meses, as larguras das folhas apresentaram uma grande variação. Na mancha AS maiores variações foram registradas em dezembro e janeiro, sendo que em dezembro foram registradas as folhas mais largas. Em AN, assim como BN, o maior registro ocorreu em abril (Fig. 10).

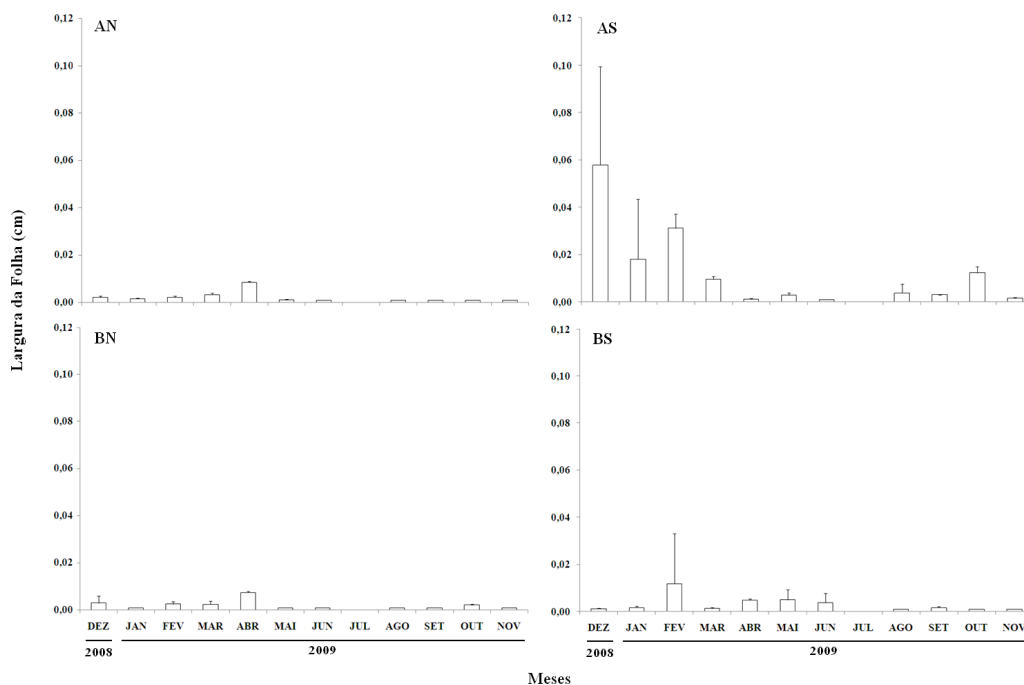


Figura 10. Largura média das folhas nas manchas (A e B) nas direções (N e S) entre dez/08 e nov/09.

A distância do entrenó (DN) apresentou significativas variações ($F = 3,407$ $p = 0,017$) entre as manchas e direções, sendo que AS ($0,999 \pm 0,0807$ cm) diferiu apenas de AN ($1,574 \pm 1,469$ cm) e BN ($1,602 \pm 0,873$ cm). Houve diferença significativa da DN entre os meses, nas duas direções de ambas as manchas ($p < 0,003$), sendo que em AN a maior distância do entrenó foi observada no mês de setembro e em AS foi no mês de outubro. Na mancha BN e BS, as maiores distâncias do entrenó foram observadas em setembro (Fig. 11).

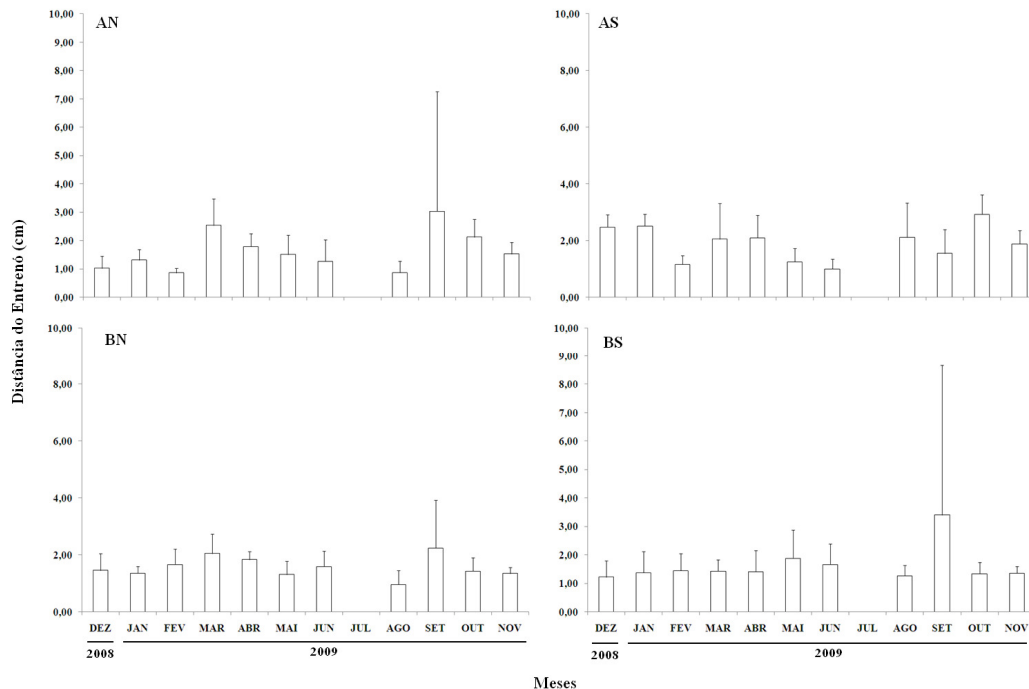


Figura 11. Distância média do entrenó de *H. wrightii* nas manchas (A e B) nas direções (N e S) entre dez/08 e nov/09.

Discussão

No canal de escoamento principal de água, a pradaria não se desenvolveu. A elevada hidrodinâmica e remobilização do sedimento, nesse local, provavelmente impediram a fixação de *H. wrightii*, dividindo a pradarias em duas manchas.

Na porção sul, em ambas as manchas, ocorrem menos alterações na extensão, ao longo do ano, quando comparadas com a porção norte. Nesta região existe menor influência da praia ou do tómbolo, conseqüentemente, menor aporte de sedimento. Na porção norte a migração do tómbolo influenciada pela direção e intensidade de ventos em algumas épocas do ano, pode estar influenciando a extensão da pradaria. Até o mês de abril houve crescimento gradativo da mancha na direção norte, mostrando uma tendência de expansão da área em um período de calmaria, maior incidência luminosa e pouca chuva. Essa tendência foi também observada em áreas que passam por freqüentes distúrbios, nas quais foi possível notar o maior desenvolvimento e recuperação da área nos períodos de maior luminosidade (Aune et al. 1996; Creed & Amado 1999).

A mancha A está localizada próxima ao recife de coral em uma área também coberta por várias espécies de macroalgas, principalmente dos gêneros *Caulerpa spp.*, *Udotea sp.* e *Ulva sp.*. A presença do recife torna a porção sul mais protegida, permitindo o desenvolvimento de uma pradaria em mosaico, composta por áreas densas

entremeadas por ralas. Essas áreas são interligadas, porém as zonas ralas são mais afetadas pela remobilização do sedimento, fazendo com que as áreas densas pareçam “pequenas ilhas” de pradaria bem desenvolvida. Além disso, está mais afastada da influência do tómbolo e permanece parcialmente coberta na maré baixa. A porção norte (mais próxima ao tómbolo), fica completamente exposta durante a maré baixa de sizígia. Nesta área predominou a cobertura rala.

A mancha *B* localiza-se próxima a Praia de Coroa Vermelha, que está constantemente sob a influência de processos naturais de remobilização de sedimentos em praias arenosas. Isto faz com que a pradaria esteja em constante renovação, com cobertura uniforme de pradaria rala nas duas direções. A mancha fica exposta em *BN* durante a maré baixa e *BS* parcialmente coberta.

A remobilização de sedimento é um processo comum em ambientes de praia arenosa. Sedimentos arenosos possuem grande mobilidade e respondem às condições das ondas, marés e correntes. As praias arenosas são sensíveis às flutuações em seus estados de equilíbrio e podem mudar sua morfologia em decorrência de tempestades, incidência de sistemas frontais com agitação marítima associada ou marés meteorológicas, bem como a intensificação destes processos em função da ocorrência de fenômenos globais como El Niño e La Niña (Quadros et al. 2007).

A maioria das espécies de fanerógamas marinhas que ocorrem em zonas tropicais cresce em zonas entre marés. A exposição ao ar exige uma série de respostas fisiológicas pouco estudadas em pradarias tropicais. Um experimento realizado com várias espécies demonstrou que *H. wrightii* possui menor suscetibilidade à dessecação durante a maré baixa do que *Halophila decipiens* (Bjork et al. 1999). Porém, outros estudos indicam que fanerógamas marinhas do gênero *Halodule* apresentam considerável redução na biomassa aérea e no crescimento das folhas nos períodos em que ficam mais tempo expostas durante a maré baixa (De Iongh et al. 1995). A exposição e a dessecação podem também provocar perda de biomassa subterrânea e diminuição da densidade de indivíduos (Stapell et al. 1997).

O maior valor de densidade apresentado neste estudo foi de 4.551 inds.m⁻² em janeiro, valor que coincide com o trabalho desenvolvido na Baía de Tampa (Flórida - EUA) durante o verão, onde foi registrada uma densidade de cerca de 4.800 inds.m⁻² (Pangallo & Bell 1988). Por outro lado, no Rio de Janeiro (Brasil), Creed (1999) encontrou, em populações distintas, densidades que variaram entre 2.080 a 8.482 inds.m⁻² no final do verão, sugerindo que a densidade dessa espécie tem estreita relação

com o período de maior radiação solar, mas também pode ser influenciada por outras características ambientais, como tempo de exposição e turbidez da água. Estudos realizados com *Zostera marina* também mostraram picos de densidade em períodos de maior irradiância (Olesen & Sand-Jesen 1994) (Tab. 1).

Tabela 1. Comparação entre estudos com densidade realizados com *H. wrightii* no período de verão.

Autor	Localização	Densidade inds.m⁻² – Verão
Creed et al. (1999)	Rio de Janeiro (Brasil)	2.080 – 8.482
Presente estudo (2009)	Coroa Vermelha (Brasil)	4.298
Pangallo & Bell (1988)	Flórida (EUA)	4.800

Observações feitas através do soterramento experimental da fanerógama *Z. noltii* mostraram diminuição da densidade em todos os níveis de soterramento testados (Cabaço et al. 2006).

O maior número de indivíduos mortos foi registrado em fevereiro, após o pico de maior densidade (janeiro). O mesmo padrão foi observado em setembro, após o pico de maior densidade de agosto. Populações de *Zostera marina* na Dinamarca (Olesen & Sand-Jesen 1994) e *Juncus effusus* na Lagoa dos Patos - Brasil (Gaona et al. 1996) apresentaram o mesmo padrão. De acordo com Olesen & Sand-Jesen (1994) as perdas ocorridas após o período de maior densidade indicam que em ambientes com freqüentes distúrbios ambientais pode haver um controle do tamanho da população para evitar competição intra-específica.

A biomassa não apresentou um padrão sazonal. Em estudos realizados no Brasil (Rio de Janeiro) (Creed 1999), México (Duton 1994; Burd & Duton 2001) e Estados Unidos (Flórida) (Pangallo & Bell 1988), foram registradas variações sazonais na biomassa das pradarias de *H. wrightii*, provavelmente influenciadas pelos períodos de maior radiação solar. A região estudada é caracterizada pela pequena variação da temperatura entre as estações do ano. Tal fato sugere que, provavelmente, mesmo com longos períodos de alta irradiância, a alta mobilização de sedimentos e baixa visibilidade da água podem estar diminuindo a eficiência fotossintética da espécie.

A biomassa total foi baixa comparada aos valores encontrados em outras estudos realizados nos Estados Unidos (Texas 90 – 600 gPS.m⁻² (Duton 1990, 1994) e Flórida 50 – 250 gPS.m⁻² (Zieman 1987)), no México (40 – 600 gPS.m⁻² (Gallegos et al.

1994)) e Brasil (Pernambuco 20 – 116 gPS.m⁻² (Magalhães et al. 1997), Rio de Janeiro 11,5 – 112,6 gPS.m⁻² (Creed et al. 1999) e São Paulo 15 – 90 gPS.m⁻² (Oliveira et al. 1997)). O valor encontrado só foi superior ao reportado para a Ilha Inhaca (Moçambique), que atingiu biomassa total média de 10,8 gPS.m⁻² no verão (Boer 2000).

Os valores de biomassa aérea foram maiores dos que os encontrados em Moçambique (média 2,1 gPS.m⁻²)(Boer 2000). Porém, foi menor do que os encontrados em Pernambuco em média 20,92 gPS.m⁻² (Magalhães et al. 1997), Rio de Janeiro 3,5-15,9 gPS.m⁻² (Creed 1999) e São Paulo 4 - 33 gPS.m⁻² (Oliveira et al. 1997) (Tab. 2).

Tabela 2. Lista de estudos com as estimativas de biomassa de *H. wrightii*.

Autor	Localização	Biomassa (gPS.m⁻²)
Duton 1990 ou 1994	Texas – EUA	90 - 600
Zieman 1987	Flórida - EUA	50 - 250
Gallegos et al. 1994	México	40 - 600
Magalhães et al. 1997	Pernambuco - Brasil	20 - 116
Este estudo (2009)	Bahia - Brasil	8,62 - 52,95
Creed et al. 1999	Rio de Janeiro - Brasil	11,5 – 112,6
Oliveira et al. 1997	São Paulo - Brasil	15 - 90
Boer 2000	Ilha Inhaca - Moçambique	10,8

Cerca de 70% da biomassa de *Halodule wrightii* estava concentrada nos órgãos subterrâneos. Duarte et al. (1998), estudando a biomassa subterrânea em pradarias mistas e monoespecíficas de diversas localidades, também observaram uma maior alocação de biomassa no compartimento subterrâneo para todas as espécies analisadas. O experimento realizado por Aune et al. (1996) expondo manchas de pradaria a altas temperaturas e ao estresse provocado pela perda de biomassa aérea mostrou que a energia produzida através da fotossíntese é acumulada nos órgãos subterrâneos da planta, que ficam menos expostos ao estresse ambiental. De acordo com os mesmos autores, esse compartimento está sujeito a menor variação da biomassa e conseqüentemente, podem ser menos controladas pela disponibilidade de recurso ou perdas. A menor mortalidade, menor perda por ataque de herbívoros e menor exposição aos distúrbios ambientais, permite a esse órgão uma maior capacidade de retenção de biomassa (Duarte & Chiscano 1999).

As razões entre a biomassa subterrânea/biomassa aérea calculadas apresentaram valores superiores a 1 em todos os meses. Resultados semelhantes foram encontrados por Peduzzi & Vukovic (1990) para *Cymodocea nodosa* no Mar Mediterrâneo. Este padrão é típico de gramas marinhas (Steverson 1988) e muito comuns em plantas terrestres que ocupam ambientes instáveis.

Em fevereiro a razão entre a biomassa subterrânea/biomassa aérea foi muito superior, além de apresentar o maior índice de mortalidade do ano, sugerindo que os rizomas e raízes reabsorvem nutrientes das folhas que estão em processo de abscisão. Esse processo foi observado em pradarias de *Zostera noltii* em Portugal, onde cerca de 50% dos nutrientes perdidos pelas folhas foram recuperados pelos rizomas e raízes (Cabaço *et al.* 2006). Outro estudo, realizado por Stapell & Hemminga (1997), demonstrou as perdas de nutrientes pelas folhas na medida em que essas se tornam mais velhas e a reabsorção desses pelos rizomas e raízes.

Os maiores valores médios de CI neste estudo, foram observados em locais com menor amplitude de maré e menor tempo de exposição. Esta resposta da planta ao tempo de emersão também foi observado por Magalhães *et al.* (1997) em pradarias de *H. wrightii* em Pernambuco, onde populações expostas durante a maré baixa possuíam folhas mais curtas e mais estreitas em relação a populações que não ficavam expostas. O menor comprimento médio registrado na mancha A foi observado em períodos após a ocorrência de mortalidade na pradaria, indicando que esses indivíduos mais curtos podem ser provenientes de um recrutamento recente após o evento de mortalidade.

A presença de folhas mais largas predominou em regiões com menor influencia da mobilização de sedimentos e menor tempo de emersão (AS). Nas outras áreas (AN, BN e BS) foram registradas folhas mais estreitas, sendo possível observar a constante renovação do compartimento aéreo. A largura das folhas (LF) também variou entre os meses amostrados em todas as manchas. De acordo com Magalhães *et al.* (1997) a largura da folha é uma característica que sofre alteração com o tempo de emersão. Além disso, em condições de distúrbio ambiental, a energia produzida durante a fotossíntese não é gasta com ganho de biomassa aérea, que pode ser rapidamente perdida, e sim armazenada na parte subterrânea da planta, que precisa constantemente alongar rizomas e emitir novos brotos para dar continuidade ao processo de ocupação da área (Duarte 1991, Marbá & Duarte 2001).

A maior DN na direção sul é considerada uma resposta natural para plantas que não são expostas durante a maré baixa (Phillips 1967). Além disso, a constante

deposição de sedimento na direção norte das duas manchas pode estar provocando um encurtamento do entrenó nessa área, como foi relatado por Phillips (1960) em pradarias dessa espécie.

Após o intenso soterramento ocorrido entre junho e julho a pradaria voltou a expandir-se a partir de agosto. Entre setembro e agosto foram observados os maiores valores médios de DN, sendo essa uma possível resposta da planta a atividade de ocupação de espaço depois do distúrbio. Creed (1997) considera que a DN é altamente variável em fanerógamas como *H. wrightii* e sua variação tem grande importância na descrição do comportamento de ocupação de espaço. O estudo realizado por Duarte (1991) mostrou que o crescimento horizontal diminui com o aumento do diâmetro do rizoma e aumenta com o aumento da distância do entrenó.

Cabaço et al. (2008) observaram uma perda de cerca de 50% da pradaria depois do soterramento e grande variação na morfologia da planta em várias espécies, principalmente nos rizomas e no comprimento das folhas.

A enseada de Mutá é afetada por freqüente mobilização do sedimento proveniente tanto da mobilização provocada por ventos sudoeste, comuns nessa enseada principalmente entre os meses de junho a agosto, ou pelo aporte de sedimento provocado pelo movimento do banco de areia existente nessa localidade (tômbolo). Além disso, a pesca, utilizando redes de arrasto de praia, comum na região, também pode estar modificando a estrutura do ambiente tanto pela suspensão de partículas finas na coluna d'água como pelo corte da parte aérea da planta.

Diversos fatores ambientais podem afetar as pradarias. Entretanto, na área estudada a baixa biomassa aérea, a grande flutuação da densidade e a variação nos caracteres morfológicos da planta podem estar relacionadas com o tempo de exposição e, principalmente, com os distúrbios provocados pela constante mobilização de sedimento.

Referências Bibliográficas

AUNE, E.I., KUBICEK, F., MOEN, A. & OIEN, D.I., 1996. Above – and below-ground biomass of boreal outlying hay-lands at the Solendet nature reserve, Central Norway. *Norwegian Journal of Agricultural Science* 10: 125-152.

BJORK, M., UKU, J., WEIL, A., BEER, S. 1999. Photosynthetic tolerances to desiccation of tropical intertidal seagrasses. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 191: 121 – 126.

BOER, W.F., 2000. Biomass dynamics of seagrasses and the role of mangrove and seagrass vegetation as different nutrient sources for an intertidal ecosystem. *Aqua. Bot.* 66: 235-239.

BURD, A. B. & DUTON, K. H. 2001. Field verification of a light-driven model of biomass changes in the seagrass *Halodule wrightii*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 209: 85–98.

CABAÇO, S. & SANTOS, R., 2006. Effect of burial and erosion on the seagrass *Zostera noltii*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 340(2): 204-212.

CABAÇO, S., SANTOS, R., DUARTE, C.M., 2008. The impact of sedimental burial and erosion on seagrasses: A review. *Estuarine Coastal and Shelf Science.* 79(3): 354-366.

CREED, J. 1999. Distribution, seasonal abundance and shoot size of the seagrass *Halodule wrightii* near its southern limit at Rio de Janeiro state, Brazil. *Aquat. Bot.*65: 47–58.

CREED, J.C. & AMADO FILHO, G.M. 1999. Disturbance meadow in the Abrolhos Marine National Park, Brazil: an experimental evaluation anchor damage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,* 235: 285-306.

CREED, J.C., 1997. Morphological variation in the seagrass *Halodule wrightii* near its southern distributional limit. *Aquat. Bot.,* 59: 163-172.

DE IONGH HH, WENNO, BJ., MEELIS, E. 1995. Seagrass distribution and seasonal biomass changes in relation to dugong grazing in the Moluccas, East Indonesia. *Aquat Bot* 50: 1-19

DUARTE, C. M. 1989. Temporal biomass variability and production1 biomass relationships of seagrass communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 51: 269-276.

DUARTE, C. M. 1991. Allometric scaling of seagrass form and Productivity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 77: 289- 400.

DUARTE, C. M., MERINO, M., AGAWIN, N. S. R., FORTES, J. U. M. D., GALLEGOS, M. D., MARBÁ, N., HEMMINGA, M. A. 1998. Root production and belowground seagrass biomass. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 178: 97 – 108.

DUARTE, C.M.; SAND – JENSEN, K., 1990. Seagrass colonization: biomass development and shoot demography in *Cymodocea nodosa* patches. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 67: 97-103.

DUARTE, C.M.; CHISCANO, C. L. 1999. Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquat. Bot.*65: 159–174.

DUNTON, K.H., 1994. Seasonal growth and biomass of the subtropical seagrass *Halodule wrightii* in relation to continuous measurements of underwater irradiance. *Marine Biology.* 120: 479–489.

DUTON, K.H. 1990. Production ecology of *Ruppia maritima* L. s.l. and *Halodule wrightii* Aschers. in two subtropical estuaries. *Journal Exponential Marine Biology Ecology.* 143: 147–164.

FONSECA, M.S.; FISHER, J.S. 1986. A comparison of canopy friction and sediment movement between 4 species of seagrass with reference to their ecology and restoration. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 29:15-22.

GALLEGOS, M.E.; MERINO, M.; RODRIGUEZ, A.; MARBÀ, N. & DUARTE, C.M. 1994. Growth patterns and demography of pioneer caribbean seagrasses *Halodule wrightii* and *Syringodium filiforme*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 109: 99-104.

LABOREL-DEGUEN, F., 1963. Nota preliminar sobre a bentônicas da costa dos estados de Pernambuco e da Paraíba. Trabalhos do Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia 3/4: 39-50.

MAGALHÃES, M. K., ESKINASI – LEÇA, E., MOURA JUNIOR, M. A. 1997. Morfometria e biomassa da fanerógama marinha *Halodule wrightii* Ascherson no litoral norte de Pernambuco. Trabalho Oceanográfico Universidade Federal Pernambuco 25:83-92.

MARBÁ, N. & DUARTE, C.M., 2001. Growth and sediment space occupation by seagrass *Cymodocea nodosa* roots. Mar. Ecol. Prog. Ser. 224: 291-298.

MARQUES, L. V., CREED, J. C., 2008. Biologia e ecologia das fanerógamas marinhas do Brasil. Oecol. Bras. 12(2): 315-331.

MCMILLAN, C., 1978. Morphoeografic variation under controlled conditions in Five seagrasses, *Thalassia testudinun*, *Halodule wrightii*, *Syrigodiun filiforme*, *Halophila engelmannii*, and *Zostera marina*. Aquat. Bot. 4: 169-189.

OLESEN, B., SAND-JESEN, K., 1994. Demography of shallow eelgrass (*zostera marina*) populations – shoot dynamics and biomass development. Journal of Ecology. 82: 379-390.

OLIVEIRA, E.C.DE., CORBISIER, T.N., ESTON, V.R.DE., AMBRÓSIO JR., O., 1997. Phenology of a seagrass (*Halodule wrightii*) bed on the southeast coast of Brazil. Aquatic Botany. 56: 25–33.

PANGALLO, R.A., BELL, S.S., 1988. Dynamics of the aboveground and belowground structure of the seagrass *Halodule wrightii*. Mar. Ecol. Prog. Ser.. 43: 297 –301.

- PEDUZZI, P., VUKOVICK, A. 1990. Primary production of *Cymodocea nodosa* in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea): a comparison of methods. Mar. Ecol. Prog. Ser. 64: 197-207.
- PHILLIPS, R. C., 1960. Environmental effect on leaves of *Diplanthera* Du Petit-Thouars. Bull. Mar. Sci. Gulf Carib. 10: 346-353.
- PHILLIPS, R. C., 1967. On species of the seagrass, *Halodule*, in Florida. Bull. Mar. Sci. 17: 672-676.
- PHILLIPS, R. C., 1980. Responses of transplanted and indigenous *Thalassia testudinum* Banks ex Koenig and *Halodule wrightii* Asshens to sediment loading and cold stress. Contrib. Mar. Sci. 23: 79-87.
- QUADROS, C.J.L., MARONE, E., ÂNGULO, R.J., MARTINS, G.J., NETTO, J.P.B.Jr., 2007. Dinâmica morfosedimentar associada à incidência de sistemas frontais em duas praias do litoral Paranaense. Boletim Paranaense de Geociências. 60 – 61: 65–74. Ed. UFPR.
- STAPEL, J., HEMMINGA, M.A., 1997. Nutrient resorption from seagrass leaves. Marine Biology 128: 197-206.
- STAPPELL, J., MANUNTUN, R., HEMMINGA, M.A. 1997. Biomass loss and nutrient redistribution in an Indonesian *Thalassia hemprichii* seagrass bed following seasonal low tide exposure during daylight. Mar. Ecol. Prog. Ser. 148: 251 – 262.
- STEVENSON, J. C. 1988. Comparative ecology of submersed grassbeds in freshwater, estuarine, and marine environments. Linnology Oceanograf. 33: 867-893.
- TOMASKO, D.A., 1992. Variation in growth form of shoal grass (*Halodule wrightii*) due to changes in the spectral composition of light below a canopy of turtle grass (*Thalassia testudinun*). Estuaries 15: 214-217.

TOMLINSON, P. B. 1974. Vegetative morphology and meristem dependence - the foundation of productivity in seagrasses. *Aquaculture* 4: 107-130.

TUYA, F., MARTIN, J.A., LUQUE, A., 2006. Ciclo estacional de una pradera marina de *Cymodocea nodosa* y la ictiofauna asociada en Playa Dorada (Lanzarote, Canary Islands, eastern Atlantic). *Ciencias Marinas*, 32(4): 685-704.

WILLIAMS, S.L., 1990. Experimental studies of Caribbean seagrass bed development. *Ecol. Monogr.* 60: 449-469.

ZIEMAN, J.C., 1987. A review of certain aspects of the life, death, and distribution of the seagrasses of the southeastern United States. *Fla. Mar. Res. Publ.* 42: 54-76.