



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro Biomédico  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Antonio Janilson Castelo Sousa

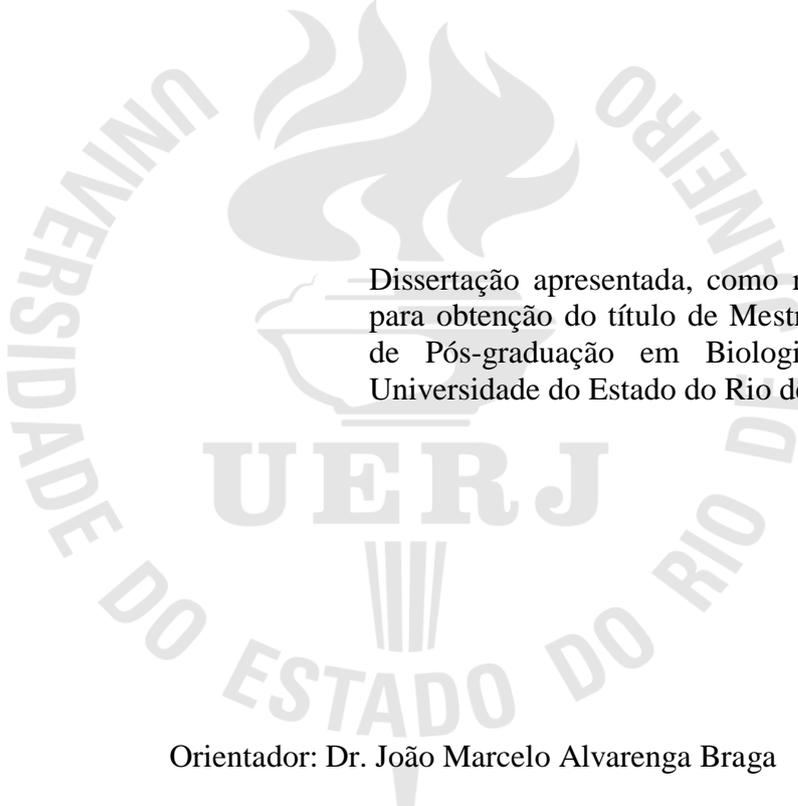
**Diversidade e padrões estruturais da vegetação halófila-psamófila  
das restingas do Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro

2013

Antonio Janilson Castelo Sousa

**Diversidade e padrões estruturais da vegetação halófila-psamófila  
das restingas do Rio de Janeiro**



-Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Dr. João Marcelo Alvarenga Braga

Rio de Janeiro

2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

C348 Castelo, Antonio Janilson.

Diversidade e padrões estruturais da vegetação halófila-  
psamófila das restingas do Rio de Janeiro. / Antonio Janilson  
Castelo. – 2013.

98 f.: il.

Orientadora: João Marcelo Alvarenga Braga.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

Inclui bibliografia.

1. Restinga - Rio de Janeiro (Estado) - Teses. 2. Diversidade  
biológica - Teses. I. Braga, João Marcelo Alvarenga. II.  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia  
Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 598.112(815.3)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta  
tese/dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Antonio Janilson Castelo Sousa

**Diversidade e padrões estruturais da vegetação halófila-psamófila  
das restingas do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada, como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre, ao Programa  
de Pós-graduação em Biologia Vegetal, da  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 22 de fevereiro de 2013.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. João Marcelo Alvarenga Braga (Orientador)  
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr. Luiz Roberto Zamith Coelho Leal  
Universidade Federal Fluminense - UFF

---

Prof. Dr. Bruno Henrique Pimentel Rosado  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

---

Prof. Dr. Marcelo Guerra Santos  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Rio de Janeiro

2013

## DEDICATÓRIA

*A Carlos Brenlla de Carvalho  
pela amizade,  
companheirismo,  
estímulo,  
e dedicação.*

## AGRADECIMENTOS

À possibilidade da conquista de mais um desafio, alcançado graças a incrível colaboração daqueles que estiveram ao meu lado, nos momentos mais incertos e insólitos, portanto devo a todos estes, meus sinceros agradecimentos.

Ao meu orientador João Marcelo Alvarenga Braga pela excelente parceria, orientação, sinceridade, paciência e objetividade na condução deste estudo, além de acreditar na minha capacidade e desempenho.

Ao Cyl Farney Catarino de Sá pela receptividade, conselhos e orientações.

Aos pesquisadores do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro pelo auxílio na identificação das espécies, especialmente Haroldo Cavalcante de Lima, Rafael Borges, Barbara Toncic, Marco Octávio Pellegrini e Ravena Dias-Melo.

Ao Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro pela concessão de uso de sua infraestrutura e apoio logístico.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade do Estado do Rio de Janeiro pela oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Carlos Brenlla de Carvalho, amigo e companheiro de todos os campos, o que nos momentos de desespero foi a tranquilidade, nos momento de desilusão foi o estímulo, nos dias de chuva e cansaço foi o apoio moral. Agradeço imensamente sua parceria, paciência, cumplicidade e dedicação em todos os finais de semana destes meses de campo, que sem a mesma, este estudo não teria sido possível.

Ao Jakyson de Oliveira pelo apoio logístico e ajuda no campo da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Ilha Grande - Angra dos Reis.

Ao Fernando Salgado pela paciência e prestatividade no campo de São João da Barra.

À Flávia Pinto pela amizade, simplicidade e acessibilidade.

À Daniele de Carvalho pelo auxílio com as novas ferramentas estatísticas.

À Andrea Sánchez Tapia pela parceria e colaboração no segundo capítulo.

Aos amigos da turma 2012 de Biologia Vegetal pela oportunidade de conhecê-los, trocar experiências, desabafar, questionar e apoiar. Amigos que foram chegando, ficando e somando a todo este processo, estarão sempre em minhas lembranças e no meu coração.

Aos integrantes do GRUPO-TER, aos quais compartilhamos tantos obstáculos, seja nos campos, nas pesquisas ou nas análises, porém sempre coesos e dispostos a ajudar.

Aos mestres por me proporcionar um novo despertar para a ciência e para a pesquisa.

A magnitude de sua simplicidade e beleza, envolta por coragem e destreza, arraigada no mais insólito ambiente, nos encanta com uma dura realidade e uma áspera incerteza. Tereis vós a oportuna grandeza, de mantê-la protegida na sua esplêndida sutileza, não obstruirás esta grande faceta, de diversidade rude e de divinas surpresas.

## RESUMO

CASTELO, Antonio Janilson. **Diversidade e padrões estruturais da vegetação halófila-psamófila das restingas do Rio de Janeiro**. 2013. 98 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

As restingas do Estado do Rio de Janeiro são áreas de sedimentação predominantemente quaternária, descontínuas geograficamente, formadas em função das mudanças paleoclimáticas, flutuações do nível do mar e transporte longitudinal de sedimentos. A diversidade e a estrutura da vegetação halófila-psamófila presente nestas restingas são os principais focos deste estudo, onde foram analisadas a similaridade florística, as formas de vida e síndrome de dispersão, o padrão de riqueza e diversidade, a distribuição das espécies e os parâmetros de cobertura vegetal, serrapilheira, solo desnudo e salinidade da água do mar. Foram amostradas nove áreas de restinga, a saber, Praia do Sul, Marambaia, Grumari, Marapendi, Maricá, Massambaba, Barra de São João, Jurubatiba e São João da Barra. Foram encontradas 90 espécies, distribuídas em 33 famílias, 69 gêneros, sendo as famílias de maior riqueza específica: Asteraceae (10), Poaceae (9 espécies), Fabaceae (9) e Rubiaceae (6). Foi registrada uma baixa riqueza de espécies nas áreas avaliadas, variando de 25 a 48. Somente 11 espécies ocorreram em todas as áreas (*Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Cereus fernambucensis*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Ipomoea imperati*, *Ipomoea pes-caprae*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima*, *Sporobolus virginicus*, *Stenotaphrum secundatum*), e 12 são dominantes, em uma ou mais áreas (*Allagoptera arenaria*, *Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea imperati*, *Ipomoea pes-caprae*, *Mollugo verticillata*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima*, *Spermacoce capitata*, *Sporobolus virginicus*, *Stenotaphrum secundatum*), existindo um grande número de espécies raras. O índice de diversidade de Shannon variou de 1,49 a 2,40, e a equabilidade de Pielou de 0,82 a 0,60. O agrupamento formou dois grandes grupos, sendo o primeiro constituído por Barra de São João, Praia do Sul, Marambaia, Grumari e Marapendi, e o segundo por Jurubatiba, São João da Barra, Maricá e Massambaba. As áreas mais similares floristicamente foram Maricá e Massambaba (58%), Grumari e Marapendi (56%), e Barra de São João e Praia do Sul (50%). A vegetação apresenta uma flora característica, com diferença na composição entre as áreas, e similaridade entre áreas geograficamente mais próximas. Um terço das espécies identificadas são caméfitos (34,56%), seguida por fanerófitos (20,98%), geófitos (16,04%), hemicriptófitos (12,34%), terófitos (13,58%) e duas lianas. Na dispersão predomina a autocoria (41,97%), anemocoria (33,33%) e zoocoria (24,69%). O tamanho das áreas perpendicularmente ao mar não está relacionado com aumento da riqueza, nem apresenta o padrão de aumento com o distanciamento do mar. Existem diferenças da riqueza e da diversidade entre as áreas, não havendo uma homogeneidade ao longo do litoral. Há uma zonação, com espécies distribuídas próximas ao mar (*Allagoptera arenaria*, *Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Cassytha filiformis*, *Cereus fernambucensis*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Ipomoea pes-caprae*, *Schinus terebinthifolia*, *Sophora tomentosa*, *Stenotaphrum secundatum*, *Cyrtocymura scorpioides*), e ao longo do gradiente perpendicular ao mar (*Chamaecrista flexuosa*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Ipomoea imperati*, *Mollugo verticillata*, *Panicum racemosum*, *Paspalum maritimum*, *Remirea maritima*, *Sporobolus virginicus*). O modelo de série logarítmica é o que melhor representa a vegetação, independente da diversidade ou riqueza. A cobertura vegetal variou entre as áreas. A serrapilheira e o solo desnudo estão estreitamente relacionados com a cobertura vegetal, havendo variação entre as áreas.

Palavras-chave: Diversidade. Fitossociologia. Dunas Frontais. Conservação.

## ABSTRACT

The restingas of the State of Rio de Janeiro are predominantly quaternary sedimentation areas, geographically discontinued, formed on the basis of palaeoclimatic changes, sea level fluctuations and longitudinal sediment transport. The diversity and structure of halophyte-psammophyte present in these restingas are the main focus of this study, which analyzes the floristic, life form and dispersal syndrome, as well as the pattern richness and diversity, the distribution of species, and vegetation cover, leaf litter, bare soil, and salinity of sea water. Nine areas of restinga were sampled, Praia do Sul, Marambaia, Grumari, Marapendi, Maricá, Massambaba, Barra de São João, Jurubatiba and São João da Barra. 90 species were found which were distributed in 33 families, 68 genera, being the largest specific richness families: Asteraceae (10), Poaceae (9 species), Fabaceae (9) and Rubiaceae (6). Was recorded a low species richness in areas evaluated, ranging from 25 to 48. Only 11 species occurred in all areas (*Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Cereus fernambucensis*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Ipomoea imperati*, *Ipomoea pes-caprae*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima*, *Sporobolus virginicus*, *Stenotaphrum secundatum*), and 12 are dominant, in one or more areas (*Allagoptera arenaria*, *Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea imperati*, *Ipomoea pes-caprae*, *Mollugo verticillata*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima*, *Spermacoce capitata*, *Sporobolus virginicus*, *Stenotaphrum secundatum*) and there are a large number of rare species. The Shannon diversity index ranged from 1,49 to 2,40, and the Pielou equability went from 0,82 to 0,60. The cluster formed two major groups, the first consisting of Barra de São João, Praia do Sul, Marambaia, Grumari and Marapendi, and the second by Jurubatiba, São João da Barra, Maricá and Massambaba. The most similar floristically areas were Maricá and Massambaba (58%), Grumari and Marapendi (56%), and Barra de São João and Praia do Sul (50%). The vegetation presents a characteristic flora, with difference in composition between the areas, and similarity between geographically closer areas. One third species identified are camefitos (34,56%), followed by phanerophytes (20,98%), geophytes (16,04%), hemicryptophytes (12,34%), therophytes (13,58%) and two lianas. In the dispersion predominates autocory (41,97%), followed by anemochory (33,33%) and zoochory (24,69%). The size of the areas perpendicularly to the sea is not related to increased richness, nor has the standard increased with the distance from the sea. There are differences of richness and diversity among the areas, there isn't homogeneity along the coast. There is a zonation, with species distributed near the sea (*Allagoptera arenaria*, *Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Cassytha filiformis*, *Cereus fernambucensis*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Ipomoea pes-caprae*, *Schinus terebinthifolia*, *Sophora tomentosa*, *Stenotaphrum secundatum*, *Cyrtocymura scorpioides*), and along the gradient perpendicular to the sea (*Chamaecrista flexuosa*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Ipomoea imperati*, *Mollugo verticillata*, *Panicum racemosum*, *Paspalum maritimum*, *Remirea maritima*, *Sporobolus virginicus*). The logarithmic series model is what best represents the vegetation, regardless of the diversity or richness. The vegetal coverage ranged between areas. The bare soil and leaf litter are closely related to vegetation covering, with variation among areas.

Keywords: Diversity. Phytosociology. Foredunes. Conservation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa com a localização das nove áreas de restinga do Estado do Rio de Janeiro.....	26
Figura 2 -	Vegetação halófila-psamófila da APA de Maricá.....	26
Figura 3 -	Mensuração da extensão da restinga e sorteio de 1 km para amostragem.....	27
Figura 4 -	Esquema da distribuição dos transectos e das parcelas.....	27
Figura 5 -	Transecto perpendicular ao mar traçado sobre a vegetação halófila-psamófila.....	28
Figura 6 -	Parcela de 1 m <sup>2</sup> lançada sobre a vegetação halófila-psamófila.....	28
Figura 7 -	Curvas de rarefação das nove áreas analisadas com os desvios padrão.....	30
Figura 8 -	Dendrograma mostrando a similaridade entre as áreas de vegetação halófila-psamófila.....	31
Figura 9 -	Distribuição das formas de vida das espécies halófila-psamófilas.....	33
Figura 10 -	Distribuição das síndromes de dispersão das espécies halófila-psamófilas....	34
Figura 11 -	Percentagem de relação entre os caméfitos e a síndrome de dispersão.....	34
Figura 12 -	Comprimento de transectos perpendicularmente ao mar.....	57
Figura 13 -	Riqueza e diversidade de espécies em relação ao comprimento dos 360 transectos.....	58
Figura 14 -	Distribuição da riqueza e diversidade de espécies em relação à distância do mar das parcelas nos 360 transectos.....	58
Figura 15 -	Gráfico de boxplot da distribuição da riqueza nas parcelas das nove áreas amostradas.....	59
Figura 16 -	Gráfico de boxplot da distribuição da diversidade de espécies (índice de Shannon) nas parcelas das nove áreas amostradas.....	60
Figura 17 -	Percentagem de cobertura média das oito espécies halófila-psamófilas generalistas em relação ao distanciamento do mar.....	62
Figura 18 -	Percentagem de cobertura média das 12 espécies halófila-psamófilas especialistas em relação ao distanciamento do mar.....	63
Figura 19 -	Análise de componentes principais (PCA) para ordenação das 20 espécies halófila-psamófilas em relação às suas distribuições.....	64
Figura 20 -	Análise de componentes principais (PCA) para ordenação das áreas amostradas.....	64

Figura 21 - Ranking de abundância das espécies nas nove áreas analisadas.....	65
Figura 22 - Distribuição das percentagens de cobertura vegetal total das nove áreas amostradas.....	66
Figura 23 - Distribuição das percentagens de cobertura de serrapilheira nas nove áreas amostradas.....	68
Figura 24 - Distribuição das percentagens de solo desnudo nas nove áreas amostradas...	69
Figura 25 - Distribuição das percentagens de salinidade da água do mar nas nove áreas amostradas.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de diversidade de Shannon (H'), equabilidade de Pielou (J') e riqueza de espécies utilizando o levantamento estrutural da vegetação.....	29
Tabela 2 - Quadro comparativo das diferenças de riqueza e diversidade de espécies entre as áreas.....	61
Tabela 3 - Quadro comparativo das diferenças de cobertura vegetal total entre as áreas.....	67
Tabela 4 - Quadro comparativo das diferenças de cobertura de serrapilheira entre as áreas.....	68
Tabela 5 - Quadro comparativo das diferenças de solo desnudo entre as áreas.....	70

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1 DIVERSIDADE E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO HALÓFILA-PSAMÓFILA DAS RESTINGAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO</b> .....	22
1.1 <b>Introdução</b> .....	22
1.2 <b>Metodologia</b> .....	23
1.3 <b>Resultados</b> .....	29
1.3.1 Diversidade florística.....	29
1.3.2 Curva de rarefação.....	30
1.3.3 Similaridade florística.....	31
1.3.4 Estrutura da vegetação.....	32
1.3.5 Forma de vida e síndrome de dispersão.....	33
1.4 <b>Discussão</b> .....	35
1.5 <b>Conclusão</b> .....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44
<b>2 FATORES AMBIENTAIS NA DETERMINAÇÃO DA DIVERSIDADE DA VEGETAÇÃO HALÓFILA-PSAMÓFILA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO</b> .....	52
2.1 <b>Introdução</b> .....	52
2.2 <b>Metodologia</b> .....	54
2.3 <b>Resultados</b> .....	56
2.3.1 Diversidade e riqueza .....	56
2.3.2 Distribuição espacial.....	61
2.3.3 Ranking de abundância.....	65
2.3.4 Cobertura vegetal.....	66
2.3.5 Serrapilheira.....	67
2.3.6 Solo desnudo.....	69
2.3.7 Salinidade .....	70
2.4 <b>Discussão</b> .....	71
2.5 <b>Conclusão</b> .....	78
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79
<b>APÊNDICES</b> .....	84

## INTRODUÇÃO

As planícies arenosas da costa brasileira são amplas áreas de sedimentação predominantemente quaternária, formadas em função das mudanças paleoclimáticas, flutuações do nível do mar e transporte longitudinal de sedimentos (Suguio & Martin 1987; Martin *et al.* 1987; Suguio 2010). As duas últimas transgressões quaternárias, das quatro já identificadas, são consideradas as principais formadoras destas planícies litorâneas, bem demarcadas em cerca de 123.000 e 5.100 anos A.P. (Suguio 2010). Estes depósitos arenosos, definidos como restingas em seu sentido amplo (Suguio & Tessler 1984; Araujo & Henriques 1984), são frequentes e bem representados ao longo das costas Sudeste e Sul do Brasil (Villwock 1987; Suguio & Martin 1990) e alguns estão associados a desembocaduras de importantes rios (Flexor *et al.* 1984).

No litoral do Estado do Rio de Janeiro o relevo está dividido em dois alinhamentos distintos, com o vértice destes segmentos em Cabo Frio. Ao norte está o litoral oriental, que corresponde ao macro-compartimento da Bacia de Campos, com a linha da costa na direção nor-nordeste-su-sudoeste, sendo interrompida pela larga planície costeira do rio Paraíba do Sul. Ao oeste está o litoral sul, que corresponde ao macro-compartimento dos Cordões Litorâneos, com direção leste-oeste, aonde a escarpa da Serra do Mar gradativamente vai limitando o desenvolvimento das planícies litorâneas, principalmente na altura da baía da Ilha Grande, a qual constitui a própria linha da costa (Muehe & Valentini 1998).

Neste litoral, as restingas foram drasticamente fragmentadas pelo acelerado crescimento urbano, sendo atualmente formadas por áreas de diferentes tamanhos, geralmente fragmentos pequenos, que totalizam 60.516,20 ha (Rocha *et al.* 2007). Estas restingas são caracterizadas pela predominância de um complexo vegetacional com variadas fisionomias, diversificadas características geomorfológicas e climáticas, e uma grande diversidade florística (Araujo 2000).

A alta diversidade de fisionomias nas restingas é influenciada por diferentes fatores (Pereira 1990; Araujo *et al.* 1998; Araujo *et al.* 2004; Menezes & Araujo 2005), como a localização geográfica, a distância em relação ao mar e os níveis do lençol freático, formando gradientes do efeito da salinidade e das ações das marés (Magnago *et al.* 2011). Também é influenciada pela elevada temperatura, alta luminosidade, grande deposição de salsugem,

movimentação de areia (Franco *et al.* 1984; Henriques *et al.* 1984) e escassez de nutrientes no solo (Scarano 2002).

Entretanto, sua composição florística não é compartilhada em todas as áreas de restinga, mas podem ter alguma similaridade, mesmo estando separadas geograficamente (Araujo & Henriques 1984), mas não necessariamente uma similaridade fisionômica (Assumpção & Nascimento 1998). As espécies vegetais que colonizaram as planícies litorâneas, devido à formação geomorfológica recente, são provenientes de outros ecossistemas, como Floresta Atlântica, Floresta de Tabuleiros e Caatinga (Freire 1990; Rizzini 1997; Cerqueira 2000; Rocha *et al.* 2004). Para as restingas do Estado do Rio de Janeiro, Araujo & Henriques (1984) descreveram 12 formações vegetais, que, segundo Dansereau (1947), podem ser subdivididas em zonas conforme a topografia, fisionomia e florística.

A formação halófila, localizada na parte superior da praia, de grande instabilidade de substrato, sofre mais intensamente a ação das marés altas e a formação psamófila, localizada na anteduna, duna ou áreas de areia móvel, é atingida apenas pelas ondas no período de tempestades e apresenta uma maior riqueza de espécies (Pereira 1990; Menezes & Araujo 1999). Estas formações ocorrem na maioria das restingas brasileiras, com composição florística e estrutura diferentes (Pereira *et al.* 1992), e em todo o litoral fluminense (Araujo & Henriques 1984).

Este estudo tem como objetivos realizar o levantamento florístico e estrutural da vegetação halófila-psamófila, e avaliar alguns fatores ambientais determinantes da estrutura e diversidade nas nove áreas de restingas do Estado do Rio de Janeiro.

### **Descrição das áreas de estudo**

A Restinga da Praia do Sul está inserida na Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Angra dos Reis (23°10'S/44°17'W), localizada na porção sudoeste da Ilha Grande. Possui uma área de 3.600 ha abrangendo os ecossistemas de floresta de encosta, manguezal, restinga, lagunas e costões rochosos (Araujo & Oliveira 1988), tendo a restinga uma área de aproximadamente 397,48 ha (Rocha *et al.* 2007). Apesar de ser um importante remanescente, somente há um levantamento preliminar da flora, realizado por Araujo & Oliveira (1988), com uma lista de 20 espécies de halófila-psamófilas. A restinga ainda se encontra

relativamente bem preservada, possivelmente devido ao difícil acesso, sendo poucos os frequentadores, havendo um aumento durante o verão. A região praial é suavemente inclinada em direção ao mar, com acúmulo de grande quantidade de lixo oriunda do mar sobre a vegetação halófila-psamófila, consistindo no principal impacto ambiental.

A Restinga da Marambaia está localizada na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro (23°02'S/43°37'W). Possui aproximadamente 40 km de comprimento, ocupando uma área de 4.961,31 ha de ecossistemas bem preservados devido à presença das instalações militares (Conde *et al.* 2005), que limita o acesso de banhistas e impede a instalação de edificações. A área é somente utilizada para o treinamento militar, o que não exime dos impactos sobre as formações vegetais em função do pisoteio. A restinga por ter uma suavidade no perfil praial, a vegetação halófila-psamófila, com 26 espécies, é atingida com maior frequência pelas marés, influenciando a estrutura e impossibilitando a distinção de uma comunidade tipicamente halófila (Menezes & Araujo 2005). É grande o acúmulo de lixo na praia proveniente do mar, que se destaca de todas as demais restingas, tanto pela quantidade como pela variedade de resíduos. Como a área pertence às forças armadas, a prefeitura do município não tem responsabilidade sobre a coleta do lixo, e o Exército não possui condições de realização da mesma.

A Restinga de Grumari está inserida em duas unidades de conservação sobrepostas, o Parque Natural Municipal de Grumari e a Área de Proteção Ambiental de Grumari, Rio de Janeiro (23°02'S/43°31'W). Possui 143,1 ha, sendo a menor restinga do Estado, mas com intenso distúrbio antrópico, principalmente pela agricultura (Rocha *et al.* 2007). A faixa de praia possui cerca de 2 km de extensão, estando sobre fortes pressões antrópicas e alterações florísticas, com a introdução de espécies ornamentais e exóticas, oferendas religiosas, marcas de fogueiras e com excessivos acessos de banhistas a praia. Nunes-Freitas *et al.* (2004) identificaram 14 espécies de halófila-psamófilas nesta restinga.

A Praia da Reserva pertence à quase extinta Restinga de Jacarepaguá, cuja uma pequena parte está inserida atualmente no Parque Natural Municipal de Marapendi e na Área de Proteção Ambiental de Marapendi, Rio de Janeiro (23°01'S/43°25'W), com 620,80 ha (Rocha *et al.* 2007). A restinga de Marapendi sofre com o intenso pisoteio de banhistas e drástica urbanização em seu entorno, sendo muito visada para novos empreendimentos imobiliários, hoteleiros e de lazer. A regularidade da coleta de lixo, realizada pela prefeitura do município do Rio de Janeiro, é devido ao seu potencial turístico e recreativo. Foram identificadas por Teixeira-Filho *et al.* (1994) 22 espécies de halófila-psamófilas.

A Restinga de Maricá está, em parte, inserida na Área de Proteção Ambiental de Maricá, Maricá (22°57'S/42°50'W), que tem aproximadamente 272,15 ha (Rocha *et al.* 2007). É caracterizada por distintas formações vegetais, variando de herbáceas a arbóreas no sentido mar-lagoa (Silva & Sommer 1984), mas vem sofrendo com o intenso pisoteio, tráfego de veículos, processos de urbanização e grande especulação imobiliária. É uma das maiores áreas, em extensão perpendicular ao mar, da vegetação halófila-psamófila, ficando atrás somente da Restinga do Açú. Em Maricá, Silva & Oliveira (1989) identificaram 17 espécies de halófila-psamófilas. A distinção visual entre a formação halófila e a psamófila é fácil, com a primeira limitada até os 30 metros do início da colonização vegetal, na parte superior da praia.

A Restinga de Massambaba, inserida no Parque Estadual da Costa do Sol, Saquarema/Araruama/Arraial do Cabo (22°56'S/42°12'W), possui uma área de 7.630 ha com 10 formações vegetais e uma grande diversidade florística (Araujo *et al.* 2009). É uma área de extremo interesse ecológico, inserida no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio (Rocha *et al.* 2003), e que vem sofrendo graves alterações em sua fisionomia pelo pisoteio, tráfego de veículos, pastagem, queimadas e pela construção civil (Almeida & Araujo 1997). A maior variação de energia das ondas propicia uma grande variação morfológica no perfil de praia (Bentes *et al.* 1997), o que afeta diretamente a vegetação e os processos sucessionais ao longo dos seus 48 km de extensão paralela ao mar. Há uma clara distinção entre as duas formações - halófila e psamófila, sendo registrado 17 espécies por Araujo *et al.* (2009).

A Restinga de Barra de São João, Casimiro de Abreu/Rio das Ostras (22°34'S/41°58'W), constitui uma área de grande pressão antrópica devido ao crescimento populacional e ao turismo, e sem nenhuma unidade de conservação estabelecida. A vegetação halófila-psamófila é fragmentada por uma larga estrada de terra, lateralmente descontínua por conta dos acessos à praia, pequena em extensão perpendicular ao mar (média de 10 m) e muito adensada.

A Restinga de Jurubatiba, em parte inserida dentro do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé/Quissamã/Carapebus (22°16'S/41°38'W), é a maior área de restinga protegida do Estado do Rio de Janeiro, possuindo uma área de 14.860 ha com aproximadamente 44 km de extensão de linha de costa (Rocha *et al.* 2004). Apresenta 10 formações vegetais: três florestais, três arbustivas abertas, uma arbustiva fechada, duas herbáceas e uma aquática, com uma ampla riqueza de espécies (Araujo *et al.* 1998), mas com diversas alterações ambientais, como supressão de vegetação e crescimento populacional desordenado no entorno, que tem gerado um aumento do despejo de esgoto sanitário, lixo,

extração de areia e tráfego de veículos (Esteves *et al.* 2002). Araujo *et al.* (1998) citam 16 espécies de halófila-psamófilas para esta restinga.

A Restinga do Açú, que pertence em parte a Reserva Particular do Patrimônio Natural Caruara, São João da Barra (21°44'S/41°01'W), é uma das maiores áreas de reserva particular de proteção integral, com cerca de 4.000 ha, consistindo em uma parte significativa de restinga dentro da maior planície litorânea do estado. A região de São João da Barra ainda apresenta áreas em bom estado de conservação, mas com recentes impactos devido ao tráfego de veículos, desmatamentos e pastagem (Assumpção & Nascimento 2000), além de grandes empreendimentos portuários e industriais. A área da vegetação halófila-psamófila é a maior em extensão perpendicular ao mar, com uma topografia relativamente plana, tendo sido observado 12 espécies (Assumpção & Nascimento 2000).

Este estudo teve como intuito inicial suprir a carência de informação desta vegetação nas restingas fluminenses, em termos principalmente florísticos e estruturais, devido aos poucos estudos realizados até o momento. Enquanto que a inspiração veio através do trabalho de mestrado realizado por Thomaz (1991) e intitulado: “Distribuição e diversidade de espécies na vegetação halófila-psamófila no litoral do Espírito Santo”.

A presente dissertação está organizada em dois capítulos, sendo o primeiro referente à diversidade e estrutura da vegetação halófila-psamófila das nove áreas de restinga do Estado do Rio de Janeiro, e o segundo capítulo sobre os fatores ambientais na determinação da diversidade da vegetação halófila-psamófila.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.L.; ARAUJO, D.S.D. 1997. Comunidades vegetais do cordão arenoso externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. **Oecologia Brasiliensis**, 3: 47-63.
- ARAUJO, D.S.D. 2000. **Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. PPG-Ecologia/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 176 p.
- ARAUJO, D.S.D.; HENRIQUES, R.P.B. 1984. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 159-193.
- ARAUJO, D.S.D.; OLIVEIRA, R.R. 1988. Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro): lista preliminar da flora. **Acta Botanica Brasilica**, 1: 83-94.
- ARAUJO, D.S.D.; SCARANO, F.R.; SÁ, C.F.C.; KURTZ, B.C.; ZALUAR, H.L.T.; MONTEZUMA, R.C.M.; OLIVEIRA, R.C. 1998. Comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In: ESTEVES, F.A. (ed.). **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro: NUPEM - UFRJ, p. 39-62.
- ARAUJO, D.S.D.; PEREIRA, M.C.A.; PIMENTEL, M.C.P. 2004. Flora e estrutura de comunidades na Restinga de Jurubatiba - síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a formação aberta de *Clusia*. In: ROCHA, C.F.D.; ESTEVES, F.A.; SCARANO, F.R. (orgs.). **Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação**. São Carlos: RiMa, p. 59-76.
- ARAUJO, D.S.D.; SÁ, C.F.C.; FONTELLA-PEREIRA, J.; GARCIA, D.S.; FERREIRA, M.V.; PAIXÃO, R.J.; SCHNEIDER, S.M.; FONSECA-KRUEL, V.S. 2009. Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Rio de Janeiro: caracterização fitofisionômica e florística. **Rodriguésia**, 60: 67-96.
- ASSUMPCÃO, J.; NASCIMENTO, M.T. 1998. Fitofisionomia de uma restinga no extremo norte do litoral fluminense: um novo elemento no mosaico? In: **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**, vol. 3. Águas de Lindóia: Publicações ACIESP, p. 158-164.
- ASSUMPCÃO, J.; NASCIMENTO, M.T. 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no Complexo Lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 14: 301-315.
- BENTES, A.M.L.; FERNADEZ, G.B.; RIBEIRO, A.Y. 1997. Estudo da morfodinâmica de praias compreendidas entre Saquarema e Macaé, RJ. **Oecologia Brasiliensis**, 3: 229-243.
- CERQUEIRA, R. 2000. Biogeografia das restingas. In: ESTEVES, F.A.; LACERDA, L.D. (eds.). **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Macaé: NUPEM/UFRJ, p. 65-75.

CONDE, M.M.S.; LIMA, H.R.P.; PEIXOTO, A.L. 2005. Aspectos florísticos e vegetacionais da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. In: MENEZES, L.F.T.; PEIXOTO, A.L.; ARAUJO, D.S.D. (eds.). **História Natural da Marambaia**. Seropédica: EDUR, p. 133-168.

DANSEREAU, P. 1947. Distribuição de zonas e sucessão na Restinga do Rio de Janeiro. **Boletim Geográfico**, 60: 1431-1443.

ESTEVES, F.A.; SCARANO, F.R.; FURTADO, A.L.S. 2002. Restingas e lagoas costeiras do norte fluminense - site 5. In: SEELIGER, U.; CORDAZZO, C.; BARBOSA, F. (orgs.). **Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração**. Belo Horizonte: FURGS/UFMG/CNPq, p. 83-100.

FLEXOR, J.M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J.M.L. 1984. Gênese dos cordões litorâneos da parte central da costa brasileira. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 35-45.

FRANCO, A.C.; VALERIANO, D.M.; SANTOS, F.M.; HAY, J.D.; HENRIQUES, R.P.B.; MEDEIROS, R.A. 1984. Os microclimas das zonas de vegetação da praia da Restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 413-423.

FREIRE, M.S.B. 1990. Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas de Natal. **Acta Botanica Brasilica**, 4: 41-59.

HENRIQUES, R.P.B.; MEIRELLES, M.L.; HAY, J.D. 1984. Ordenação e distribuição de espécies das comunidades vegetais na praia da Restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, 7: 27-36.

MAGNAGO, L.F.S.; MARTINS, S.V.; PEREIRA, O.J. 2011. Heterogeneidade florística das fitocenoses de restingas nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, 35: 245-254.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M. 1987. Flutuações do nível relativo do mar no quaternário e seu papel na sedimentação costeira: exemplos brasileiros. In: **Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos Conhecimentos**, vol. 1. Cananéia: Publicações ACIESP, p. 40-61.

MENEZES, L.F.T.; ARAUJO, D.S.D. 1999. Estrutura de duas formações vegetais do cordão externo da Restinga de Marambaia, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, 13: 223-235.

MENEZES, L.F.T.; ARAUJO, D.S.D. 2005. Formações vegetais da Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro. In: MENEZES, L.F.T.; PEIXOTO, A.L.; ARAUJO, D.S.D. (eds.). **História Natural da Marambaia**. Seropédica: EDUR, p. 67-120.

MUEHE, D.; VALENTINI, E. 1998. **O litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental**. Rio de Janeiro: FEMAR, 99 p.

NUNES-FREITAS, A.F.; ALBUQUERQUE, S.Z.; ROCHA, C.F.D. 2004. Variação na estrutura de seis comunidades vegetais halófila-psamófilas remanescentes no litoral do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. In: **Anais do VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros - Patrimônio Ameaçado**, vol. 1. São José dos Campos: Publicações ACIESP, p. 267-278.

PEREIRA, O.J. 1990. Caracterização fitofisionômica da Restinga de Setiba - Guarapari - Espírito Santo. In: **II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira - Estrutura, Função e Manejo**, vol. 3. Águas de Lindóia: Publicações ACIESP, p. 207-219.

PEREIRA, O.J.; THOMAZ, L.D.; ARAUJO, D.S.D. 1992. Fitossociologia da vegetação de ante dunas da Restinga de Setiba/Guarapari e em Interlagos/Vila Velha, ES. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, (N.Sér.) 1: 65-75.

ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; ALVES, M.A.S.; VAN SLUYS, M. 2003. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. São Carlos: RiMa, 160p.

ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; ALVES, M.A.S.; VAN SLUYS, M. 2004. A Restinga de Jurubatiba e a conservação dos ambientes de restinga do Estado do Rio de Janeiro. In: ROCHA, C.F.D.; ESTEVES, F.A.; SCARANO, F.R. (orgs.). **Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação**. São Carlos: RiMa, p. 341-352.

ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M.A.S.; JAMEL, C.E. 2007. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: habitats loss and risk of disappearance. **Brazilian Journal of Biology**, 67: 263-273.

RIZZINI, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições LTDA, 747 p.

SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plants communities in stressful habitats marginal to Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, 90: 517-524.

SILVA, J.G.; SOMMER, G.V. 1984. Restinga da Barra de Maricá, Rio de Janeiro - levantamento preliminar da flora. In: **Anais do 34º Congresso Nacional de Botânica**, vol. 2 - Comunicações. Porto Alegre, p. 351-365.

SILVA, J.G.; OLIVEIRA, A.S. 1989. A vegetação de restinga no município de Maricá - RJ. **Acta Botanica Brasilica**, 3: 253-272.

SUGUIO, K. 2010. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 408 p.

SUGUIO, K.; TESSLER, M.G. 1984. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 15-25.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. 1987. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. In: **Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos Conhecimentos**, vol. 1. Cananéia: Publicações ACIESP, p. 1-28.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. 1990. Geomorfologia das restingas. In: **II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira - Estrutura, Função e Manejo**, vol. 3. Águas de Lindóia: Publicações ACIESP, p. 185-206.

TEIXEIRA-FILHO, P.F.; RIBAS, S.C.; ROCHA, C.F.D.; ZEE, D.M.W. 1994. Estrutura e organização espacial de vegetação de praia de restinga: uma avaliação da vegetação original remanescente na Reserva Biológica da Barra da Tijuca. In: **I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro: UFRJ, p. 47-49.

THOMAZ, L.D. 1991. **Distribuição e diversidade de espécies na vegetação halófila-psamófila no litoral do Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro, SP. 143 p.

VILLWOCK, J.A. 1987. Processos costeiros e a formação das praias arenosas e campos de dunas ao longo da costa sul e sudeste brasileira. In: **Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos Conhecimentos**, vol. 1. Cananéia: Publicações ACIESP, p. 380-398.

# 1 DIVERSIDADE E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO HALÓFILA-PSAMÓFILA DAS RESTINGAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

## 1.1 Introdução

As formações vegetais halófila e psamófila-reptante são distintas pela distribuição em faixas, ou zonação, paralelas ao mar (Dansereau 1947; Magnanini 1954; Pfadenhauer 1978; Henriques *et al.* 1986; Cordeiro 2005) e por espécies características (Araujo & Henriques 1984; Pereira 1990; Almeida & Araujo 1997). Algumas espécies estão restritas a proximidade da linha da praia e outras com distribuição mais ampla (Thomaz 1991; Pereira *et al.* 1992), porém sua abundância varia com o distanciamento do mar (Franco *et al.* 1984; Henriques *et al.* 1984). Entretanto, nem sempre a distinção entre estas duas formações é possível (Almeida & Araujo 1997; Menezes & Araujo 1999), e por isso, Thomaz & Monteiro (1992) propuseram o uso do termo "vegetação halófila-psamófila" para englobar essas duas formações.

A vegetação halófila-psamófila é tolerante a alta salinidade, a ação dos ventos e das marés (Thomaz 1991; Thomaz & Monteiro 1994; Menezes & Araujo 2005), aumentando sua diversidade no sentido mar-continente (Pereira 1990; Pereira *et al.* 1992; Cordeiro 2005) e sem influência do lençol freático (Menezes & Araujo 2005; Cordazo *et al.* 2006). A alta salinidade do solo é decorrente da deposição de salsugem, da elevada taxa de evapotranspiração e ventos constantes, sendo a salsugem o principal agente da zonação nesta vegetação (Pammenter 1984; Alegro *et al.* 2004).

Os solos das restingas são pobres em argila e matéria orgânica, com isso a capacidade de retenção hídrica e mineral é baixa (Hay & Lacerda 1984; Scarano 2002), apesar do incremento de biomassa vegetal através da serrapilheira (Pammenter 1984; Soares 1984), cabendo à deposição aérea (salsugem) a principal entrada de nutrientes neste ecossistema (Hay & Lacerda 1984). Estes fatores edáficos, presença de cloreto de sódio, carência acentuada de nutrientes minerais, capacidade de campo quase nula, carreamento dos nutrientes solúveis por lixiviação (Pinto *et al.* 1984), grande porosidade e baixo pH (Soares 1984) ressaltam o caráter oligotrófico destes solos (Hay & Lacerda 1984).

Esta vegetação está submetida a uma incipiente ou inexistente evolução pedogenética dos solos e ausência total de podzolização (Martins *et al.* 2011), em que, o principal problema

para as espécies reside na submissão permanente de mudanças, como acréscimo e erosão de areia trazida pelo vento e pelo mar, e para suportá-lo têm que possuir uma grande capacidade de regeneração e rápido crescimento (Müller-Hohenstein 1992).

As restingas são ecossistemas complexos, frágeis e de transição (Oliveira-Galvão *et al.* 1990; Cerqueira 2000; Martins *et al.* 2008), e que vêm sofrendo com as mais variadas ações antropogênicas, especialmente intensa urbanização, extração de areia e de espécies ornamentais, queimadas e desmatamentos (Oliveira-Galvão *et al.* 1990; Araujo & Maciel 1998), tráfego de veículos, pastagem, pisoteio (Almeida & Araujo 1997), além do acúmulo de lixo proveniente do ambiente marinho e/ou terrestre. Estas áreas costeiras são frequentemente modificadas pela ação humana, devido ao desenvolvimento agrícola e urbano, bem como o turismo e as atividades recreativas (Sloss *et al.* 2012).

Muitas áreas de vegetação halófila-psamófila ao longo da costa brasileira (Menezes-Silva 1998) e em muitas regiões do mundo já foram suprimidas como consequência do avanço populacional e industrial (Celsi & Monserrat 2008; Monserrat *et al.* 2012), e os grandes esforços estão voltados para a recuperação e estabilização das dunas costeiras, em particular das dunas frontais (Kutiel *et al.* 2004), consistindo de grande importância a conservação deste ecossistema e o seu eficiente gerenciamento (Waechter 1990). Devido às mudanças climáticas e a vulnerabilidade à perturbação humana, torna-se de grande relevância a documentação da diversidade e da estrutura desta vegetação costeira, a qual possui um papel importante na fixação e estabilização de dunas (Chakraborty *et al.* 2012).

Com base na composição e diversidade vegetal, este estudo tem como objetivo avaliar a vegetação halófila-psamófila com o intuito de subsidiar informações para a conservação. A fim de alcançar este objetivo uma porção da vegetação da costa Sudeste do Brasil foi levantada florística e estruturalmente, analisada a similaridade entre as áreas amostrais e levantada a forma de vida e síndrome de dispersão das espécies.

## 1.2 Metodologia

Para o litoral do Estado do Rio de Janeiro, Araujo & Maciel (1998) propuseram nove áreas de restinga baseadas no isolamento por barreiras naturais, como elevações e corpos d'água, as quais são foco deste estudo (Figura 1), sendo elas: Praia do Sul (23°10'S/44°17'W),

Marambaia (23°02'S/43°37'W), Grumari (23°02'S/43°31'W), Marapendi (23°01'S/43°25'W), Maricá (22°57'S/42°50'W), Massambaba (22°56'S/42°12'W), Barra de São João (22°34'S/41°58'W), Jurubatiba (22°16'S/41°38'W) e São João da Barra (21°44'S/41°01'W). São mais de 500 km de distância entre as áreas mais extremas, tendo sido amostrado neste estudo um total de 9 km da vegetação halófila-psamófila (Figura 2).

A extensão paralela ao mar de cada restinga foi mensurada e sorteada uma área de 1 km, com o auxílio de imagens de satélite, para a realização da amostragem (Figura 3). Com exceção da Restinga de Grumari, devido à extensão de cerca de 2 km, optou-se pelo meio da área, evitando assim os extremos. As áreas foram amostradas nos meses de maio a julho de 2012, pelo método de parcelas e de forma sistemática (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Em cada uma das áreas de restinga foram traçados 40 transectos perpendiculares ao mar e distantes entre si 25 m, onde foram plotadas 3 parcelas de 1 m<sup>2</sup> em cada transecto, totalizando 120 m<sup>2</sup> de área amostral (Figura 4). A primeira parcela de cada transecto foi estabelecida através de sorteio e as demais equidistantes 2 m e em lados alternados.

As extensões dos transectos variaram de acordo com o tamanho perpendicular ao mar da vegetação halófila-psamófila (Figura 5), tendo início com os primeiros indivíduos na região pós-praia, enquanto o limite final se deu com a discriminação visual de outras formações vegetais, como arbustiva aberta, arbustiva fechada ou brejo, evitando assim a zona de transição entre estas formações, as quais se caracterizam, segundo Cordeiro (2005), por apresentar tanto espécies herbáceas como arbustivas.

Para a análise da estrutura da comunidade, as espécies foram identificadas em cada parcela (Figura 6) e, conforme Brower *et al.* (1998), estimadas visualmente suas respectivas percentagens de cobertura vegetal (CVe). As percentagens foram estimadas com o auxílio de um quadrado de 0,5 x 0,5 m dividido com fios de nylon em 25 quadrados, cada um representando 1% da parcela, sendo considerado 1% como percentual de cobertura mínimo (Pereira *et al.* 2004).

Os parâmetros estruturais calculados foram a frequência absoluta e relativa (FA, FR), e cobertura absoluta e relativa (CA, CR). Para calcular o índice de valor de importância (VI) utilizou-se o somatório da FR e CR (Thomaz 1991; Pereira *et al.* 1992; Menezes & Araujo 1999; Assumpção & Nascimento 2000; Cordeiro 2005) em virtude da impossibilidade de contagem dos indivíduos por serem em sua maioria de hábito estolonífero ou rizomatoso (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). E por isso, a densidade não foi calculada, sendo utilizada como medida de abundância a percentagem de cobertura vegetal (Magurran 1988; Araujo *et al.* 2004).

O material botânico testemunho encontra-se depositado nos herbários HRJ e RB. Para a classificação taxonômica das famílias de Angiospermas adotou-se o APG III (2009), e os nomes científicos das espécies foram conferidos pelo The Plant List (2010).

As espécies foram classificadas, através da literatura e/ou do material coletado, quanto à forma de vida segundo o sistema de Raunkiaer (1934), baseada no nível de proteção das gemas vegetativas, em cinco classes: fanerófitos, caméfitos, hemicriptófitos, geófitos, terófitos. E quanto à síndrome de dispersão, através dos critérios morfológicos dos frutos (Pijl 1982), classificadas em três grupos: anemocóricas (dispersão por vento), autocóricas (dispersão por gravidade e/ou explosiva) e zoocóricas (dispersão por animais).

A diversidade foi calculada pelo índice de Shannon ( $H'$ ) e equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (Brower *et al.* 1998) para a vegetação de cada área, utilizando-se a percentagem de cobertura vegetal para os valores de abundância e as espécies amostradas no levantamento estrutural para os valores de riqueza. Foi criada a curva de rarefação para análise da suficiência amostral utilizando uma matriz de presença/ausência destas espécies, pelo método *random* com 100 permutações e os desvios padrão das parcelas.

Para a análise e comparação da composição florística entre as áreas amostradas utilizou-se outra matriz de presença/ausência com todas as espécies inventariadas, pelo levantamento estrutural e florístico da vegetação. A análise de agrupamento foi estimada através do coeficiente de similaridade de Jaccard (Magurran 1988), pelo método de ligação de médias não ponderadas (UPGMA) e calculado o coeficiente de correlação cofenética. Todos os atributos foram calculados por meio do software livre R (R Core Team 2012), utilizando-se o Community Ecology Package - Vegan version 2.0-4 (Oksanen *et al.* 2012).

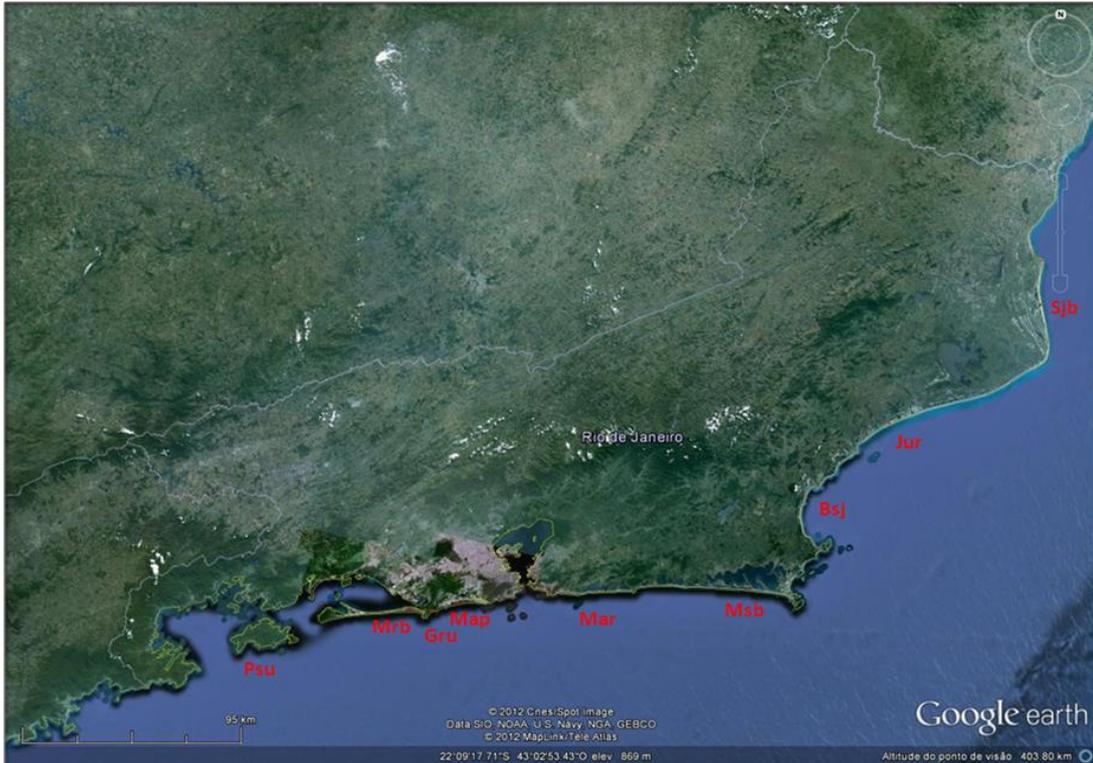


Figura 1 - Mapa com a localização das nove áreas de restinga do Estado do Rio de Janeiro. Legenda: Praia do Sul (Pau), Marambaia (Mrb), Grumari (Gru), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Massambaba (Msb), Barra de São João (Bsj), Jurubatiba (Jur), São João da Barra (Sjb). Fonte: Google Earth.



Figura 2 - Vegetação halófila-psamófila da APA de Maricá. Legenda: Na região pós-praia está a comunidade halófila distinta visualmente da comunidade psamófila que se estende pela planície arenosa. Foto: Antonio Janilson Castelo.



Figura 3 – Mensuração da extensão da restinga e sorteio de 1 km para amostragem.  
Legenda: A linha vermelha representa a extensão da restinga, paralela ao mar, e a linha azul a área de amostragem, onde foram traçados os transectos e alocado as parcelas.  
Fonte: Google Earth.

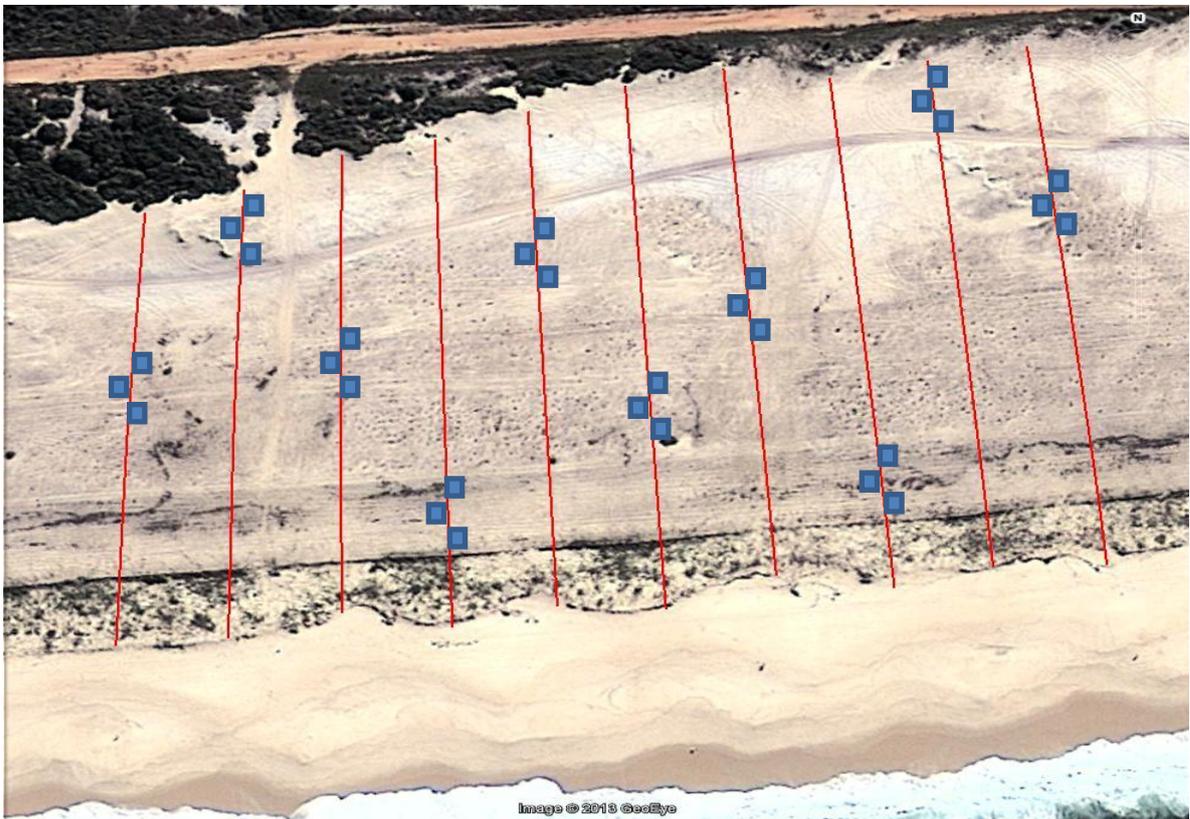


Figura 4 – Esquema da distribuição dos transectos e das parcelas.  
Legenda: As linhas vermelhas representam os transectos traçados perpendicularmente ao mar, e os quadrados azuis são as parcelas de 1 m<sup>2</sup> dispostas em lados alternos.  
Fonte: Google Earth.



Figura 5 - Transecto perpendicular ao mar traçado sobre a vegetação halófila-psamófila.  
Foto: Antonio Janilson Castelo.



Figura 6 - Parcela de 1 m<sup>2</sup> lançada sobre a vegetação halófila-psamófila.  
Foto: Antonio Janilson Castelo.

## 1.3 Resultados

### 1.3.1 Diversidade florística

Foram encontradas 90 espécies halófila-psamófilas, que representa a diversidade das nove áreas amostradas (Apêndice J). Destas, 47 espécies foram amostradas pelo levantamento estrutural em 1.080 m<sup>2</sup> e 43 espécies pelo levantamento florístico ao longo dos transectos. A riqueza de espécies está distribuída em 33 famílias, 69 gêneros, sendo as famílias de maior riqueza específica: Asteraceae (10 espécies), Poaceae (9), Fabaceae (9) e Rubiaceae (6).

Os valores do índice de diversidade de Shannon, equabilidade de Pielou e riqueza de espécies estão representados na Tabela 1. A maior diversidade (H') foi na Praia do Sul (2,40), Maricá (2,38) e Jurubatiba (2,26), e a menor diversidade em São João da Barra (1,49). A equabilidade (J') foi maior em Maricá (0,82) e menor em Barra de São João (0,60). Já a riqueza de espécies, amostradas pelo levantamento estrutural da vegetação, teve sua maior representatividade na Praia do Sul (23 espécies), sendo São João da Barra a de menor riqueza (8 espécies).

Tabela 1 - Índice de diversidade de Shannon (H'), equabilidade de Pielou (J') e riqueza de espécies utilizando o levantamento estrutural da vegetação.

	<b>Psu</b>	<b>Mrb</b>	<b>Gru</b>	<b>Map</b>	<b>Mar</b>	<b>Msb</b>	<b>Bsj</b>	<b>Jur</b>	<b>Sjb</b>
<b>Diversidade H'</b>	2,40	2,17	2,05	2,21	2,38	1,69	1,76	2,26	1,49
<b>Equabilidade J'</b>	0,77	0,77	0,71	0,78	0,82	0,64	0,60	0,69	0,72
<b>Riqueza</b>	23	17	18	17	18	14	19	26	8

Legenda: Praia do Sul (Psu), Marambaia (Mrb), Grumari (Gru), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Massambaba (Msb), Barra de São João (Bsj), Jurubatiba (Jur), São João da Barra (Sjb).

Somando o levantamento estrutural e florístico, a riqueza total foi maior em Jurubatiba (48 espécies), seguida de Maricá (34), Marapendi (32), São João da Barra (31), Massambaba e Praia do Sul (29), Grumari (26), e as com menor riqueza total foram Barra de São João e Marambaia (25). O levantamento florístico proporcionou um aumento significativo no número de espécies em todas as áreas, chegando a quase dobrar em Jurubatiba, Maricá, Marapendi, e mais que triplicar em São João da Barra.

### 1.3.2 Curva de rarefação

Neste estudo optou-se por 120 parcelas de 1 m<sup>2</sup> para a amostragem da estrutura da vegetação, totalizando 120 m<sup>2</sup> em cada área de restinga, em que as curvas de rarefação para as nove áreas estão representadas na Figura 7. O início de estabilização das curvas se deu a partir da parcela de número 40 em São João da Barra e Marapendi, da parcela 60 na Praia do Sul, Marambaia e Maricá, da parcela 80 em Grumari, Massambaba e Jurubatiba, e da parcela 100 em Barra de São João. Todas as áreas foram muito similares quanto à suficiência amostral, onde houve uma boa estabilização da curva, principalmente em São João da Barra e Maricá.

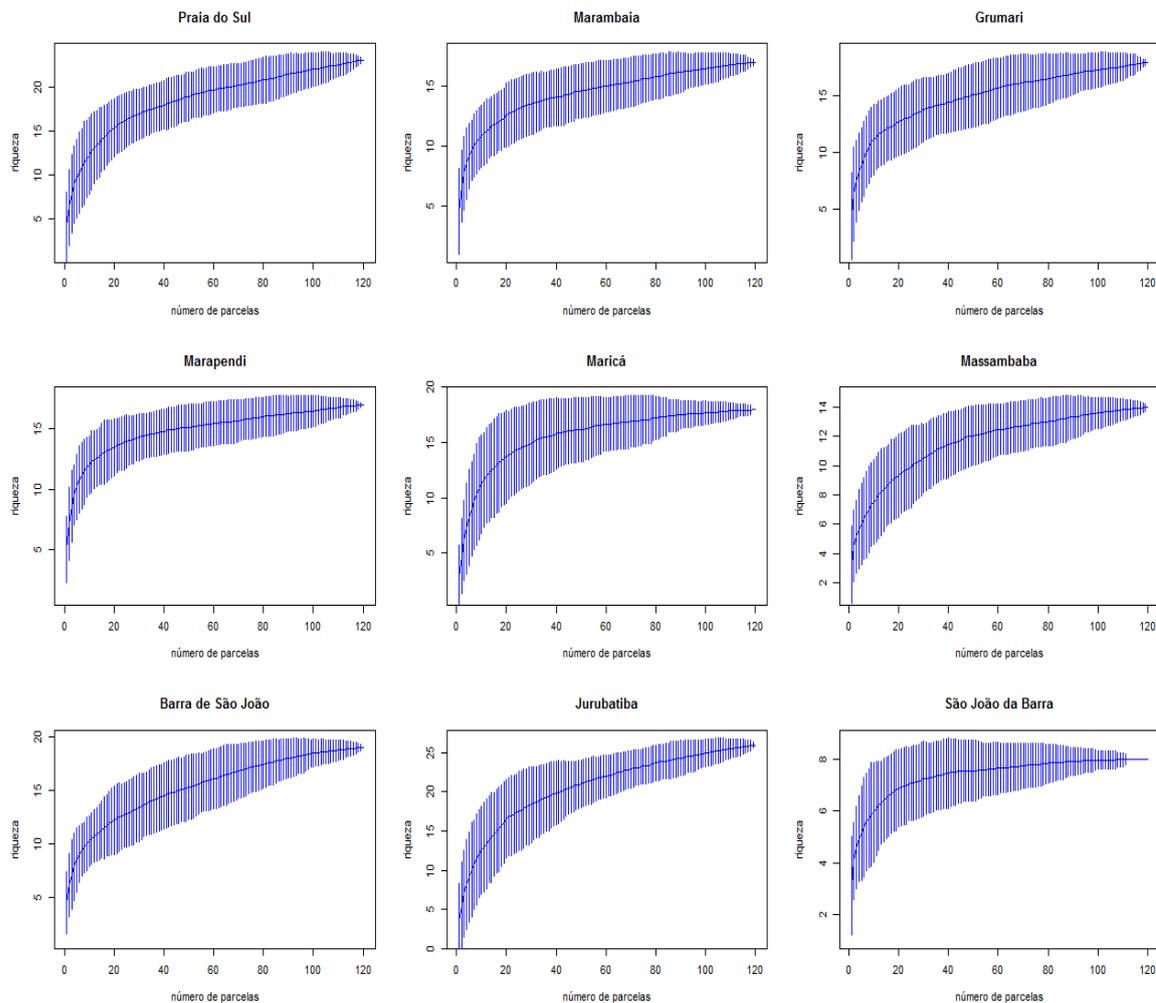


Figura 7 - Curvas de rarefação das nove áreas analisadas com os desvios padrão.

### 1.3.3 Similaridade florística

Através da análise de agrupamento (Figura 8) foi possível determinar a existência de dois grandes grupos das nove áreas da vegetação halófila-psamófila. O primeiro grupo é formado pelas áreas de Barra de São João, Praia do Sul, Marambaia, Grumari e Marapendi, e o segundo grupo por Jurubatiba, São João da Barra, Maricá e Massambaba.

As áreas mais similares floristicamente foram Maricá e Massambaba com 58% de similaridade, seguida de Grumari e Marapendi (56%), e Barra de São João e Praia do Sul (50%). Marambaia foi mais similar ao grupo Grumari/Marapendi, São João da Barra ao grupo Maricá/Massambaba, enquanto Jurubatiba, a área mais distinta floristicamente, está agrupada com São João da Barra/Maricá/Massambaba. O valor do coeficiente de correlação cofenética ( $r$ ) é de 0,74.

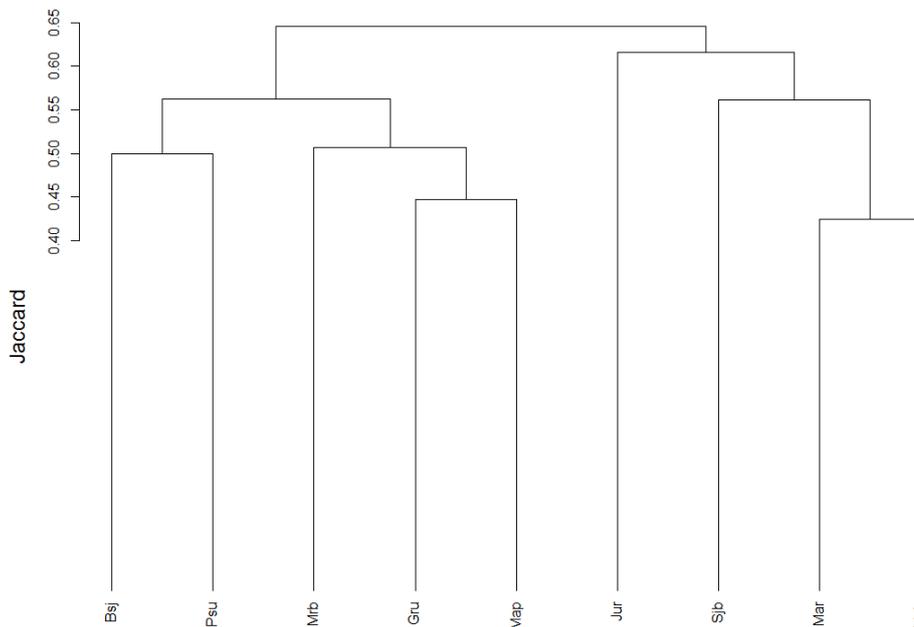


Figura 8 - Dendrograma mostrando a similaridade entre as áreas de vegetação halófila-psamófila.

Legenda: A análise de agrupamento (*Cluster analysis*) foi realizada utilizando o coeficiente de similaridade de Jaccard e o método de agrupamento UPGMA. Praia do Sul (Psu), Marambaia (Mrb), Grumari (Gru), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Massambaba (Msb), Barra de São João (BsJ), Jurubatiba (Jur), São João da Barra (Sjb).

#### 1.3.4 Estrutura da vegetação

Dentre as 90 espécies, 11 espécies apresentaram distribuição ampla, estando presentes nas nove áreas analisadas, porém foi alto o número de espécies que ocorreram em apenas uma área (41 espécies), sendo maior este número para Jurubatiba (14 espécies), e muitas são as espécies raras, que apresentaram uma baixa frequência de ocorrência na vegetação halófila-psamófila durante o levantamento estrutural (e.g., *Schinus terebinthifolia*, *Centrosema virginianum*, *Chamaecrista flexuosa*, *Stylosanthes viscosa*, *Hydrocotyle bonariensis*). As tabelas fitossociológicas estão nos Apêndices A a I.

Na análise estrutural da vegetação foram encontradas 47 espécies e foram consideradas dominantes as primeiras quatro espécies conforme o índice de valor de importância (VI). Na Praia do Sul as espécies com maiores VI foram *Sporobolus virginicus* (32,49%), *Remirea maritima* (25,76%), *Stenotaphrum secundatum* (25,62%) e *Ipomoea pes-caprae* (24,42%). A cobertura relativa foi a responsável pelas diferenças dos valores de VI entre *Sporobolus virginicus* e *Remirea maritima*, *Stenotaphrum secundatum* e *Ipomoea pes-caprae*.

Na Marambaia, *Ipomoea imperati* (44,85%), *Sporobolus virginicus* (36,97%), *Ipomoea pes-caprae* (26,22%) e *Remirea maritima* (25,63%) foram os maiores VI, diferindo-se pela cobertura relativa.

Em Grumari, os maiores VI foram *Ipomoea pes-caprae* (38,36%), *Alternanthera maritima* (37%), *Stenotaphrum secundatum* (28,17%) e *Canavalia rosea* (23,90%). O maior valor de cobertura relativa diferiu *Ipomoea pes-caprae* de *Alternanthera maritima*.

Em Marapendi, as espécies *Sporobolus virginicus* (38,05%), *Ipomoea imperati* (31,86%), *Allagoptera arenaria* (30,86%) e *Alternanthera maritima* (18,81%) se destacaram com os maiores VI. A diferença entre as duas primeiras é devido aos valores de cobertura relativa, e apesar de *Allagoptera arenaria* ter tido uma baixa frequência relativa, a espécie apresentou o maior valor de cobertura relativa, o que se deve a seu maior porte.

Maricá apresentou expressiva dominância de *Sporobolus virginicus* (55,46%), seguida de *Remirea maritima* (22,43%), *Spermacoce capitata* (15,92%) e *Mollugo verticillata* (15,19%).

Na Massambaba, as espécies com maiores VI foram *Sporobolus virginicus* (62,40%), *Panicum racemosum* (41,32%), *Remirea maritima* (39,72%) e *Ipomoea imperati* (33,17%).

As três primeiras apresentaram os mesmos valores de frequência relativa, diferindo-se por suas coberturas relativas.

Em Barra de São João, *Sporobolus virginicus* (55,26%), *Alternanthera maritima* (47,33%), *Blutaparon portulacoides* (32,91%) e *Canavalia rosea* (15,93%) foram às espécies com maiores VI.

Em Jurubatiba, os maiores VI foram de *Sporobolus virginicus* (43,82%), *Ipomoea pes-caprae* (34,89%), *Stenotaphrum secundatum* (34,33%) e *Ipomoea imperati* (14,50%). *Sporobolus virginicus* apresentou a maior cobertura relativa, enquanto a diferença entre *Ipomoea pes-caprae* e *Stenotaphrum secundatum* foi devido a maior frequência relativa da primeira e maior cobertura relativa da segunda espécie.

Em São João da Barra, para os valores de VI, *Sporobolus virginicus* (79,34%) é altamente dominante, seguido de *Panicum racemosum* (38,42%), *Ipomoea imperati* (37,45%) e *Remirea maritima* (26,23%). *Sporobolus virginicus* teve cobertura absoluta de 90% e a maior cobertura relativa de todas as espécies, enquanto *Panicum racemosum*, *Ipomoea imperati* e *Remirea maritima* tiveram seus valores de VI puxados pela frequência relativa.

### 1.3.5 Forma de vida e síndrome de dispersão

Considerando as espécies identificadas das nove áreas analisadas (Figura 9), um terço é representado por caméfitos (34,56%), seguido por fanerófitos (20,98%), geófitos (16,04%), hemicriptófitos (12,34%), terófitos (13,58%) e duas lianas (2,46%). Portanto, mais da metade das espécies apresentam as gemas de brotamento acima do solo, 28,38% no subsolo e 13,58% no banco de sementes. A vegetação halófila-psamófila apresenta o fitoclima caméfito.

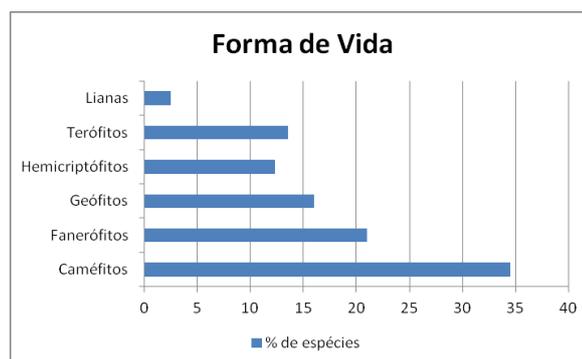


Figura 9 - Distribuição das formas de vida das espécies halófila-psamófilas.

O espectro de dispersão (Figura 10), considerando as espécies identificadas, foi representado por 41,97% de espécies autocóricas, 33,33% de anemocóricas e 24,69% de zoocóricas. A maioria das espécies dispersa suas sementes através da ação da gravidade ou por abertura explosiva da cápsula (autocoria), enquanto um terço das espécies dispersa pelo vento (anemocoria) e as demais pela ação de animais (zoocoria).

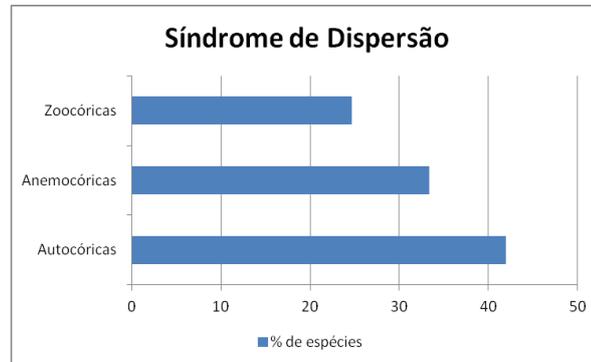


Figura 10 - Distribuição das síndromes de dispersão das espécies halófila-psamófilas.

Analisando cada área separadamente, as formas de vida predominante de todas as nove áreas são caméfitos, seguido dos geófitos, enquanto a síndrome de dispersão continua sendo principalmente autocórica, seguida de anemocórica em seis áreas. Apenas Massambaba teve como segunda forma de dispersão a zoocoria, e Barra de São João e Praia do Sul tiveram valores iguais para zoocoria e anemocoria. A tabela com a lista das espécies, suas respectivas formas de vida e síndromes de dispersão está no Apêndice K.

Quando relacionamos os caméfitos com a síndrome de dispersão (Figura 11), 58,62% das espécies são autocóricas, enquanto 31,03% são anemocóricas e 10,35% são zoocóricas. Portanto, há predominância de caméfitos autocóricos na vegetação halófila-psamófila.

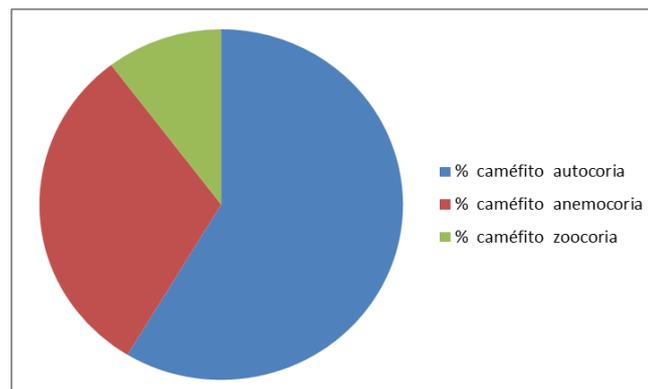


Figura 11 – Percentagem de relação entre os caméfitos e a síndrome de dispersão.

## 1.4 Discussão

A vegetação halófila-psamófila é comum no litoral do Brasil e no mundo, como na maior parte da África, Nova Zelândia, Austrália, na costa do golfo dos Estados Unidos, México e na América Central (Araujo & Pereira 2009). Possui um importante papel ecológico nas zonas litorâneas pela fixação e estabilização do substrato arenoso (Cordazzo & Seeliger 1995; Bigarella 2001; Kim & Ewing 2006; Monserrat *et al.* 2012), contribuindo com a diversidade biológica (Müller-Hohenstein 1992) no amortecimento das ondas, dos ventos e da salinidade, possibilitando a formação de habitats segundo sua distribuição em zonas. Nas restingas, a variedade de habitats proporciona um aumento da riqueza, que em geral, têm suas espécies oriundas das formações vegetais adjacentes (Araujo *et al.* 1998; Araujo & Pereira 2009). Devido à simplicidade estrutural desta vegetação, baixa riqueza de espécies, em sua maioria, herbáceas reptantes, estoloníferas ou rizomatosas, são poucos os estudos fitossociológicos e, segundo Thomaz & Monteiro (1994), raros os de similaridade florística, visível pelas lacunas existentes na costa brasileira, apesar do intenso uso destas áreas, em todo o mundo, com finalidades habitacionais, recreativas e turísticas (Harvey & Caton 2010).

As restingas são ecossistemas do Bioma Mata Atlântica com menor informação científica biológica (Rocha *et al.* 2007), por isso faz-se preponderante a intensificação de estudos, uma vez que o rápido crescimento urbano e industrial sobre a zona costeira ocasiona sérias alterações na estrutura, florística e fisionomia, principalmente sobre a região mais próxima do mar, ou seja, na vegetação halófila-psamófila. As fortes pressões antrópicas sobre as áreas de restinga brasileira vêm sendo registradas por diversos autores (Oliveira-Galvão *et al.* 1990; Waechter 1990; Almeida & Araujo 1997; Araujo & Maciel 1998; Gonçalves & Sá 1998; Soffiati 2000; Esteves *et al.* 2002; Rocha *et al.* 2004), e dentre as áreas estudadas, algumas estão inseridas em unidades de conservação de proteção integral (Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul e Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba), mas outras ainda em unidades factíveis de serem transformadas em grandes empreendimentos imobiliários, portuários e/ou industriais, como a Área de Proteção Ambiental de Maricá e de Massambaba, e algumas ainda permanecem sem nenhuma forma de proteção legal (e.g., Barra de São João, São João da Barra). Compreender e monitorar a dinâmica desta vegetação é a chave para a conservação e proteção das espécies, assim como da biodiversidade em diferentes escalas (Peyrat & Fichtner 2011), a fim de gerenciar de forma adequada e planejar o desenvolvimento urbano nas regiões costeiras (Carboni *et al.* 2009).

A vegetação halófila-psamófila teve uma baixa riqueza de espécies, variando de 25 a 48 e média de 31 espécies, enquanto Araujo & Henriques (1984), registraram a ocorrência de 24 espécies. Esta baixa riqueza é recorrente pelo mundo, no hemisfério norte como nas dunas litorâneas da Europa (Müller-Hohenstein 1992), na vegetação halófila costeira do norte da China (Li *et al.* 2008), com 19 espécies nas dunas do leste da Índia (Chakraborty *et al.* 2012), 32 espécies nas dunas frontais da Flórida - EUA (Miller *et al.* 2009), 16 espécies halófilas no Caribe (Omer & Barclay 2002) e 34 espécies de halófila-psamófilas na Croácia (Alegro *et al.* 2004). No hemisfério sul também é baixa a riqueza, como no norte da África (Müller-Hohenstein 1992), nas dunas frontais do Quênia (Abuodha *et al.* 2003), da Tasmânia e Austrália (Chladil & Kirkpatrick 1989). No Brasil foram registradas 27 espécies de halófila-psamófilas no Estado do Espírito Santo (Thomaz & Monteiro 1994), 11 espécies no Rio Grande do Sul (Cordazzo & Seeliger 1987), 31 espécies no norte do Rio Grande do Sul (Palma & Jarenkow 2008), 33 espécies na praia de Itaguare, São Paulo (Martins *et al.* 2008), e 13 espécies para a região Amazônica, Amapá e Pará (Amaral *et al.* 2008).

As espécies dominantes, de uma ou mais áreas do estudo, foram representadas por um grupo restrito de 12 espécies (*Allagoptera arenaria*, *Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea imperati*, *Ipomoea pes-caprae*, *Mollugo verticillata*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima*, *Spermacoce capitata*, *Sporobolus virginicus*, *Stenotaphrum secundatum*), que diferiram principalmente em suas coberturas relativas. A dominância destas espécies reflete a tolerância às condições ambientais das restingas. Porém, existe um grande número de espécies raras, ou seja, as que apresentaram uma baixa frequência na análise estrutural, como *Schinus terebinthifolia*, *Centrosema virginianum*, *Chamaecrista flexuosa*, *Stylosanthes viscosa*, *Hydrocotyle bonariensis*. A distribuição espacial destas espécies nas áreas analisadas é muito restrita dentro da vegetação halófila-psamófila e representada por pequenas populações. Algumas espécies, como *Remirea maritima* em Barra de São João e *Ipomoea pes-caprae* em São João da Barra, foram representadas por apenas um único indivíduo na área amostral, apesar da dominância em outras áreas. Gandullo *et al.* (1998) também registraram um grande número de espécies raras na vegetação psamófila de Senillosa e Plottier, Argentina. Este fato, da maioria das espécies representarem raridade, é recorrente universalmente (Magurran 2011). Há também algumas espécies exóticas (e.g., *Agave angustifolia* e *Yucca elephantipes* da América Central, *Euphorbia tirucalli* da África do Sul, *Sansevieria trifasciata* da África).

Nas áreas estudadas, o índice de Shannon variou de 1,49 em São João da Barra a 2,40 na Praia do Sul, demonstrando que as áreas não apresentam a mesma diversidade vegetal.

Entretanto, algumas áreas tiveram valores muito próximos, como na Praia do Sul (2,40) e Maricá (2,38), Jurubatiba (2,26) e Marapendi (2,21). Sobre a abundância das espécies, todas as áreas apresentaram uma baixa equabilidade e alta dominância, de 4 a 5 espécies halófila-psamófilas. Este índice foi maior em Maricá (0,82) devido à distribuição da vegetação, e semelhante na maioria das áreas, variando de 0,70 a 0,78. Somente em Barra de São João, Jurubatiba e Massambaba tiveram valores abaixo de 0,70.

Os registros de suficiência amostral na literatura para a vegetação halófila-psamófila sugerem uma área amostral de 100 m<sup>2</sup> (Magnanini 1954; Thomaz 1991) e 128 m<sup>2</sup> (Hay *et al.* 1981) como satisfatória. Em função destes registros, utilizamos 120 m<sup>2</sup> neste estudo, padronizando assim o mesmo tamanho amostral e também a mesma distribuição dos transectos e alocação das parcelas, uma vez que a extensão perpendicular ao mar é diferente nas nove áreas de restinga analisadas. Como Grumari é a restinga que possui a menor área de praia, serviu como referência para a estruturação do desenho amostral. A utilização do método de parcelas apresentou uma boa suficiência amostral nas áreas, sendo estas bastante similares, com destaque para Maricá e São João da Barra, como podemos observar pelas curvas de rarefação (Figura 7). Esta vegetação apresenta como característica marcante espécies com baixa frequência de ocorrência, consideradas, portanto raras. Esta raridade foi responsável pelo aumento da riqueza total quando da realização do levantamento florístico ao longo dos transectos. Mesmo que aumentássemos o esforço amostral, as espécies raras dificilmente seriam totalmente amostradas, o que permitiu-nos manter como satisfatória os 120 m<sup>2</sup>, mesmo porque dificilmente é possível amostrar totalmente a vegetação, independente do esforço amostral. Por conta disso, consideramos suficiente a amostragem da vegetação com o intuito de analisar o padrão estrutural, fazendo-se importante o levantamento florístico para um inventário mais completo e realista.

Araujo & Henriques (1984), analisando a composição florística das restingas, registraram a existência de particularidades da flora de cada área, principalmente devido à proximidade geográfica e aos ecossistemas adjacentes. Na vegetação halófila-psamófila do Sudeste do Brasil, embora com certo grau de similaridade, especialmente das espécies dominantes, revela diversidade significativa de espécies menos abundantes (Menezes & Araujo 1999), ocorrendo variação da composição florística até mesmo dentro de uma mesma praia (Cordeiro 2005). Esta vegetação, apesar de apresentar uma flora característica, a similaridade florística entre as áreas analisadas foi baixa, variando de 39% a 58% (Figura 8), permitindo inferir a existência de heterogeneidade florística.

Portanto, para as halófila-psamófilas deste litoral também existe esta particularidade da flora registrada para as restingas como um todo, ou seja, certa similaridade florística, porém uma composição diferente, bem como uma similaridade entre áreas geograficamente mais próximas, observada pelo agrupamento. O coeficiente de correlação cofenética utilizado para medir a distorção entre a matriz original e a matriz medida foi de 0,74, podendo ser considerado um bom ajuste, em que, quanto mais próximo de 1,0, menor é a distorção e mais confiável é o dendrograma (Felfili *et al.* 2011). Os dois grandes grupos formados na análise de agrupamento foram constituídos por áreas vizinhas, com exceção de Barra de São João. Esta área está localizada no litoral norte, distante mais de 157 km da restinga mais próxima analisada (Marapendi), que ficou no primeiro grupo junto com Praia do Sul, Marambaia, Grumari e Marapendi, as quais pertencem à região da Guanabara/Sepeitiba e ao litoral sul. Barra de São João é uma das mais distintas por apresentar uma vegetação muito adensada, e com apenas sete espécies diferentes da composição da Praia do Sul, da qual teve maior similaridade mesmo estando distante mais de 284 km. Portanto, cada área apresenta uma relativa diferença em sua composição e riqueza de espécies, não havendo uma homogeneidade desta vegetação, o que também foi observado por Hay *et al.* (1979) em três destas áreas analisadas (Jurubatiba, Maricá e Marapendi).

Diferentemente das restingas localizadas mais ao norte, no Estado do Espírito Santo, segundo Pereira *et al.* (1992), Thomaz (1991) e Thomaz & Monteiro (1994), que relataram altos índices de similaridade entre as 10 áreas estudadas, e sem variação significativa do número de espécies ao longo de todo o litoral, mesmo quando considerado seus extremos geográficos, consistindo portanto, em uma vegetação floristicamente homogênea. Segundo Thomaz (1991), há apenas uma área com redução da riqueza de espécies possivelmente associada à baixa salinidade da água do mar. Das 27 espécies, somente três espécies (*Alternanthera brasiliana*, *Heliotropium indicum*, *Commelina virginica*) deste litoral não ocorreram neste estudo.

As diferentes disponibilidades de recursos e os fatores abióticos são determinantes da estrutura e da riqueza das comunidades (MacArthur 1972). Nas restingas, a vegetação encontra condições restritivas para o seu estabelecimento, as quais atuam seletivamente nas espécies que podem se estabelecer em cada zona ecológica disponível (Magnago *et al.* 2011). Estas áreas expostas à ação marinha, como praias e dunas frontais, suportam uma cobertura vegetal escassa e de baixa diversidade, e grupos ecológicos tolerantes aos recursos disponíveis e às condições do ambiente, sendo a salsugem e a movimentação da areia os principais fatores ambientais determinantes da diversidade (Monserrat *et al.* 2012). É comum esta baixa

diversidade em muitos ambientes instáveis (Whittaker 1972), como é a vegetação halófila-psamófila.

Das 90 espécies, somente 12% ocorreram em todas as áreas, sendo representado por 11 espécies (*Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Cereus fernambucensis*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Ipomoea imperati*, *Ipomoea pes-caprae*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima*, *Sporobolus virginicus* e *Stenotaphrum secundatum*), as quais demonstraram uma ampla distribuição geográfica ao longo deste litoral do Sudeste do Brasil, apesar das descontinuidades das áreas, caracterizando, portanto, a vegetação halófila-psamófila. Apesar de algumas ocorrerem em outras formações vegetais da restinga, podemos destacá-las como espécies típicas desta vegetação. Hay *et al.* (1979) relataram também 11 espécies em comum em três restingas no Estado do Rio de Janeiro, e Araujo & Henriques (1984) já descreviam que algumas espécies desta vegetação se distribuíam de forma ampla, do norte ao sul do litoral, o que foi evidenciado e especificado neste estudo.

Estas espécies apresentam um padrão de distribuição geográfica ampla, que ultrapassa os limites da América do Sul ou ocorrem em quase toda a zona tropical deste continente, incluídas na categoria tropical costeira (*Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea imperati*, *Ipomoea pes-caprae*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima*, *Sporobolus virginicus*, *Stenotaphrum secundatum*), e geralmente abundantes nas proximidades do mar (Araujo 2000). *Euphorbia hyssopifolia* também apresenta o mesmo padrão de distribuição (Carneiro & Irgang 2005), enquanto *Cereus fernambucensis* ocorre desde o Estado de Pernambuco (Brasil) até o Uruguai (Araujo 2000). *Sporobolus virginicus* foi a espécie que se destacou na análise estrutural, representada em todas as nove áreas de restinga, alcançando os maiores valores de VI em sete delas. Nas demais, teve um VI alto em Marambaia, e baixo apenas em Grumari. É uma espécie estolonífera, importante fixadora de areia, tolerante ao sal, e considerada pioneira em toda a costa tropical e subtropical (Müller-Hohenstein 1992).

Contudo, foram muitas as espécies que ocorreram em apenas uma área, 41 espécies (Apêndice J), o que representou 46% do total de espécies halófila-psamófilas, o que corrobora com o estudo de Menezes & Araujo (1999) e de Nunes-Freitas *et al.* (2004). Houve um maior número em Jurubatiba, totalizando 14 espécies (e.g., *Matelea marítima*, *Peplonia asteria*, *Panicum surrectum*, *Portulaca halimoides*, *Diodella radula*, *Smilax rufescens*). Pode-se destacar também *Mitracarpus eichleri* em Maricá, que é considerada vulnerável (Souza *et al.* 2010), *Jacquinia armillaris* em Massambaba, ameaçada de extinção (MMA 2008), e *Scaevola plumieri* considerada vulnerável em áreas do litoral Sudeste do Brasil (Kollmann *et al.* 2007)

e encontrada apenas na Praia do Sul e Marambaia. Entretanto, Zamith & Scarano (2004) citam a ocorrência de uma pequena população de *Scaevola plumieri* também em Marapendi.

As comunidades vegetais costeiras, em várias partes do mundo, apresentam uma fisionomia similar, resultante dos fatores abióticos específicos (Doing 1985; Cumana *et al.* 2012) e baixa riqueza de espécies (Boeger & Gluzezak 2006). A vegetação halófila-psamófila é representada por espécies principalmente herbáceas, prostradas ou semiprostradas, porém é comum a ocorrência de espécies arbustivas. Além disso, esta fitofisionomia está intimamente relacionada com as ações cíclicas marinhas, construtivas e destrutivas, ocasionando um avanço ou recuo desta vegetação, direcionando a processos sucessionais até certo estágio, por um determinado tempo em uma área (Magnanini 1954). Por isso, a caracterização desta vegetação é pontual, no tempo e no espaço, sendo ainda necessário o acompanhamento de sua dinâmica para um melhor entendimento de sua diversidade florística e estrutural.

As espécies que ocorrem nesta vegetação ocupam uma zona específica, conforme sua eficiência biológica, determinada pelos fatores abióticos (salinidade, nutrientes, ondas e ventos) (Dansereau 1947; Pfadenhauer 1978; Teixeira-Filho *et al.* 1994). Segundo Müller-Hohenstein (1992), analisando os ecossistemas dunares na Europa, Arábia e África, essa zonação é sempre a mesma, desde a costa até o interior. Chakraborty *et al.* (2012), estudando a vegetação de dunas nas zonas costeiras de West Bengal e Orissa, no leste da Índia, também observou uma zonação típica. Alegro *et al.* (2004), mostraram a existência de quatro subgrupos dentro da vegetação halófila-psamófila na Ilha de Mljet, Croácia, em função da distância do mar. Martins *et al.* (2011), em seus estudos na costa mediterrânea de Portugal, descrevem um gradiente litoral-interior bem marcado das psamófilas, em que, a posição espacial única, de interface entre mar e terra, e as consequentes condições ambientais extremas, resultam em habitats originais, sensíveis e valiosos. Este gradiente ambiental estabelecido perpendicularmente ao mar é característico das restingas e responsável pela formação da diversidade fitofisionômica (Pereira 1990). Para as halófila-psamófilas, Thomaz (1991) e Pereira *et al.* (1992) já descreviam as zonas de ocorrências das espécies, algumas mais próximas à linha da praia e outras mais distantes.

Foram escolhidos dois atributos, forma de vida e síndrome de dispersão, na tentativa de relacionar as respostas da vegetação halófila-psamófila às condições do ambiente, uma vez que as características estruturais dos órgãos vegetativos e as estratégias reprodutivas são importantes para a sobrevivência e permanência das espécies, em função dos constantes distúrbios naturais ocasionados pelas marés e movimentação de areia.

A síndrome de dispersão de diásporos (e.g., sementes, frutos, planta inteira ou partes) corresponde a um conjunto de características morfológicas, químicas e nutricionais que as plantas desenvolveram para atraírem e/ou facilitarem as ações de mecanismos ou agentes de dispersão (Pijl 1982). Para a vegetação halófila-psamófila a síndrome de dispersão mais comum é a autocoria, seguida de anemocoria e zoocoria. Isso é explicado pela baixa presença de agentes dispersores e pelas características do ambiente, que favorece a dispersão autocórica, pela simples abertura dos frutos, liberando as sementes pela ação da gravidade ou de forma explosiva. As espécies anemocóricas têm suas sementes leves, com pelos ou estruturas aladas, facilmente carregadas pelo vento. Enquanto as espécies zoocóricas são caracterizadas pela produção de frutos carnosos como atrativo para os agentes dispersores.

A capacidade de uma espécie para colonizar uma nova área está diretamente relacionada com a forma de dispersão, onde as espécies anemocóricas têm grande capacidade de dispersão a longas distâncias (Willson & Traveset 2000) e as autocóricas uma menor dispersão, entretanto um baixo investimento. A dispersão de sementes de pequena massa, facilmente dispersas pelo vento, tem sido relatada como sendo vantajosas em comunidades vegetais abertas (Lake & Leishman 2004) como é a vegetação halófila-psamófila. Realmente, em se tratando de zona litorânea com solos pobres, soterramento por areia, ventos fortes e uma fauna dispersora pobre, as espécies apresentam respostas a estas condições ambientais, favorecendo assim a dispersão através dos fatores abióticos (gravidade ou explosão do fruto e vento). Marques & Oliveira (2005) também registraram predomínio de espécies autocóricas (50%) e anemocóricas (25%) no Paraná, sendo a zoocoria pouco frequente, justificado pelo tipo vegetacional aberto e constância de ventos, facilitando a dispersão, já que o investimento em um mecanismo de dispersão próprio da planta, sem depender de vetores, é o mais viável. Contudo, com a análise de cada área separadamente, a autocoria continua como principal síndrome, seguida de anemocoria em seis áreas. Apenas Massambaba teve como segunda forma de dispersão a zoocoria, devido à presença das espécies *Allagoptera arenaria*, *Cereus fernambucensis*, *Chrysobalanus icaco*, *Eugenia uniflora*, *Jacquinia armillaris*, *Mollugo verticillata*, *Passiflora mucronata*, *Pseudopilocereus arrabidae*. Barra de São João e Praia do Sul tiveram percentagens iguais para zoocoria e anemocoria.

Quanto às formas de vida, as espécies vegetais podem ser agrupadas em cinco classes principais, conforme a localização das suas gemas de brotamento: fanerófitos, caméfitos, hemicriptófitos, geófitos e terófitos. O percentual de classes diferentes forma juntos o espectro biológico (Martins & Batalha 2011; Kambhar & Kotresha 2012), que reflete a

fisionomia, os componentes estruturais da vegetação e fornece uma maneira de compreender a relação da planta com o ambiente (Araujo & Pereira 2009).

Das espécies identificadas deste estudo, as principais formas de vida foram os caméfitos e fanerófitos, que representam 55,12%. Os caméfitos, com 27 espécies distribuídas em 15 famílias botânicas, são a forma de vida mais frequente, com as gemas pouco acima do nível do solo e protegidas pelas partes áreas mortas ou pela serrapilheira (Martins & Batalha 2011). Os fanerófitos, com 16 espécies distribuídas em 13 famílias, já apresentam suas gemas vegetativas bem expostas à atmosfera, e são, em sua maioria, subarbustos ou arbustos (e.g., *Chrysobalanus icaco*, *Cordia curassavica*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Eugenia uniflora*, *Jacquinia armillaris*, *Schinus terebinthifolia*, *Sophora tomentosa*), que mesmo tendo suas limitações de estabelecimento e crescimento dentro desta vegetação, por conta das condições ambientais, coexistem nesta área e são oriundos da fitofisionomia seguinte a da vegetação halófila-psamófila. Enquanto as demais formas de vida, geófitos, hemicriptófitos e terófitos, representam juntos 42,30%. Nos geófitos as gemas de brotamento estão enterradas no solo, e nos hemicriptófitos estão ao nível do solo protegidos por uma camada de areia ou pelas bainhas foliares mortas (Araujo & Pereira 2009), enquanto os terófitos as gemas são as do próprio embrião da semente.

Cada forma de vida demonstra uma adaptação às condições ambientais, em que as espécies estão estreitamente relacionadas com as características do solo e do clima. Para Boeger & Gluzezak (2006), as formas de vida predominantes das halófila-psamófilas são os caméfitos ou geófitos, que coincide com os estudos de Menezes & Araujo (1999) para a Restinga da Marambaia (RJ), e de Almeida & Araujo (1997) para a Reserva Ecológica de Jacarepiá, Saquarema (RJ). Entretanto, Seabra (1949) caracterizou as espécies da praia de Itapoã (BA) como caméfitos e fanerófitos, e Almeida Junior & Zickel (2009), para a vegetação da praia da Pipa (RN), como nanofarenófitos, seguida dos terófitos e caméfitos, justificada pela existência de áreas mais afastadas da praia, o que possibilitou o estabelecimento de espécies de porte lenhoso. Na vegetação psamófila da Argentina, dominam os terófitos e em segundo os fanerófitos (Gandullo *et al.* 1998). No presente estudo, as formas de vida predominantes foram coincidentes apenas com Seabra (1949). Entretanto, com a análise de cada área separadamente, os caméfitos são predominantes em todas as áreas, seguido dos geófitos, semelhante aos estudos de Boeger & Gluzezak (2006), Almeida & Araujo (1997) e Menezes & Araujo (1999). Estas formas de vida são as mais favoráveis nos ambientes litorâneos, uma vez que, as gemas de brotamento estão muito bem protegidas nas proximidades do solo ou no subsolo. Portanto, as percentagens das diferentes formas de vida

não são imutáveis para a vegetação halófila-psamófila, havendo uma predominância dos caméfitos e geófitos, porém é diretamente influenciada pela composição florística de cada área.

Quanto à relação entre a forma de vida e a síndrome de dispersão, a maioria das espécies é caméfito-autocórica, demonstrando a representatividade deste atributo na vegetação halófila-psamófila, podendo então ser considerado importante nas respostas ao ambiente litorâneo.

### **1.5 Conclusão**

A composição florística e estrutural da vegetação halófila-psamófila no Estado do Rio de Janeiro é mais diversificada em comparação aos poucos estudos anteriormente realizados. A vegetação halófila-psamófila apresenta uma maior riqueza de espécies e variações dos parâmetros estruturais entre as áreas analisadas, o que auxilia num melhor entendimento da diversidade de espécies e composição das comunidades existentes ao longo do litoral. Algumas observações realizadas ainda necessitam de maiores estudos, como por exemplo, para a compreensão da variação temporal e das respostas da vegetação aos distúrbios naturais.

## REFERÊNCIAS

- ABUODHA, J.O.Z.; MUSILA, W.M.; VAN DER HAGEN, H. 2003. Floristic composition and vegetation ecology of the Malindi Bay coastal dune field, Kenya. **Journal of Coastal Conservation**, 9: 97-112.
- ALEGRO, A.; BILJAKOVIC, M.; BOGDANOVIC, S.; BORSIC, I. 2004. Psammo-halophytic vegetation on the largest sand area on Croatian coast: the island of Mljet, southern Adriatic. **Biologia Bratislava**, 59: 435-445.
- ALMEIDA, A.L.; ARAUJO, D.S.D. 1997. Comunidades vegetais do cordão arenoso externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. **Oecologia Brasiliensis**, 3: 47-63.
- ALMEIDA JR, E.B.; ZICKEL, C.S. 2009. Fisionomia psamófila-reptante: riqueza e composição de espécies na Praia da Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil. **Pesquisas Botânica**, 60: 289-299.
- AMARAL, D.D.; PROST, M.T.; BASTOS, M.N.C.; COSTA-NETO, S.V.; SANTOS, J.U.M. 2008. Restingas do litoral amazônico, Estados do Pará e Amapá, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi Série Ciências Naturais**, 3: 35-67.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 161: 105-121.
- ARAUJO, D.S.D.; HENRIQUES, R.P.B. 1984. Análise florística das restingas do Estado do Rio Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 159-193.
- ARAUJO, D.S.D.; MACIEL, N.C. 1998. Restingas fluminenses: biodiversidade e preservação. **Boletim da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza**, 25: 27-51.
- ARAUJO, D.S.D.; SCARANO, F.R.; SÁ, C.F.C.; KURTZ, B.C.; ZALUAR, H.L.T.; MONTEZUMA, R.C.M; OLIVEIRA, R.C. 1998. Comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In: ESTEVES, F.A. (ed.). **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro: NUPEM - UFRJ, p. 39-62.
- ARAUJO, D.S.D. 2000. **Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. PPG-Ecologia/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 176 p.
- ARAUJO, D.S.D.; PEREIRA, M.C.A.; PIMENTEL, M.C.P. 2004. Flora e estrutura de comunidades na Restinga de Jurubatiba - síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a formação aberta de *Clusia*. In: ROCHA, C.F.D.; ESTEVES, F.A.; SCARANO, F.R. (orgs.). **Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação**. São Carlos: RiMa, p. 59-76.

ARAUJO, D.S.D.; PEREIRA, M.C.A. 2009. Sandy Coastal Vegetation. In: SCARANO, F.R.; LUTTGE, U. (org.). **Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Tropical Biology and Natural Resources; Tropical Botany**. Oxford: EOLSS Publishers UNESCO-EOLSS.

ASSUMPCÃO, J.; NASCIMENTO, M.T. 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no Complexo Lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 14: 301-315.

BIGARELLA, J.J. 2001. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology Jubilee, 1946-2001**: 65-110.

BOEGER, M.R.T.; GLUZEZAK, R.M. 2006. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, 61: 73-82.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H.; VONENDE, C.N. 1998. **Field & Laboratory Methods for General Ecology**, 4 ed. Boston: McGraw-Hill, p. 90-96.

CARBONI, M.; CARRANZA, M.L.; ACOSTA, A. 2009. Assessing conservation status on coastal dunes: A multiscale approach. **Landscape and Urban Planning**, 91: 17-25.

CARNEIRO, A.M.; IRGANG, B.E. 2005. Origem e distribuição geográfica das espécies ruderais da Vila de Santo Amaro, General Câmara, Rio Grande do Sul. **Iheringia**, 60: 175-188.

CELSI, C.E.; MONSERRAT, A.L. 2008. La vegetación dunícola en el frente costero de la pampa austral (partido de Coronel Dorrego, Buenos Aires). **Multequina**, 17: 73-92.

CERQUEIRA, R. 2000. Biogeografia das restingas. In: ESTEVES, F.A.; LACERDA, L.D. (eds.). **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Macaé: NUPEM/UFRJ, p. 65-75.

CHAKRABORTY, T.; MONDAL, A.K.; PARUI, S.M. 2012. Studies on the prospects and some problems of sand dune vegetation at the fragile coastal zones of West Bengal and Orissa, in Eastern India. **African Journal of Plant Science**, 6: 48-56.

CHLADIL, M.A.; KIRKPATRICK, J.B. 1989. A transect study of the sand dune vegetation at bakers beach, Tasmania. **Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania**, 123: 247-256.

CORDAZZO, C.V.; SEELIGER, U. 1987. Composição e distribuição da vegetação nas dunas costeiras ao sul de Rio Grande (RS). **Ciência e Cultura**, 39: 321-324.

CORDAZZO, C.V.; SEELIGER, U. 1995. **Guia Ilustrado da Vegetação Costeira no Extremo Sul do Brasil**. Rio Grande: FURG, 275 p.

CORDAZZO, C.V.; PAIVA, J.B.; SEELIGER, U. 2006. **Guia Ilustrado - Plantas das Dunas da Costa Sudoeste Atlântica**. Pelotas: USEB, 107 p.

- CORDEIRO, S.Z. 2005. Composição e distribuição da vegetação herbácea em três áreas com fisionomias distintas na Praia do Perú, Cabo Frio, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 19: 679-693.
- CUMANA, L.; SANABRIA, M.E.; LEOPARDI, C.; FRANCO, Y.G. 2012. Inventario y clave para especies en herbazales halófilos y psamófilos litorales terrestres del Estado Sucre, Venezuela, depositadas en el Herbario IRBR. **Pittieria**, 36: 117-140.
- DANSEREAU, P. 1947. Distribuição de zonas e sucessão na Restinga do Rio de Janeiro. **Boletim Geográfico**, 60: 1431-1443.
- DOING, H. 1985. Coastal fore-dune zonation and succession in various parts of the world. **Vegetatio**, 61: 65-75.
- ESTEVES, F.A.; SCARANO, F.R.; FURTADO, A.L.S. 2002. Restingas e lagoas costeiras do norte fluminense - site 5. In: SEELIGER, U.; CORDAZZO, C.; BARBOSA, F. (orgs.). **Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração**. Belo Horizonte: FURGS/UFMG/CNPq, p. 83-100.
- FELFILI, J.M.; CARVALHO, F.A.; LIBANO, A.M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B.A.S.; MACHADO, E.L.M. 2011. Análise multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V.; MELO, M.M.R.F.; ANDRADE, L.A.; MEIRA-NETO, J.A.A. (eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**, vol. 1. Viçosa: Editora UFV, p. 122-155.
- FRANCO, A.C.; VALERIANO, D.M.; SANTOS, F.M.; HAY, J.D.; HENRIQUES, R.P.B.; MEDEIROS, R.A. 1984. Os microclimas das zonas de vegetação da praia da Restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 413-423.
- GANDULLO, R.; GASTIAZORO, J.; BÜNZLI, A. 1998. Dinamismo de la vegetación psamófila de Senillosa y Plottier, Provincia de Neuquén (Argentina). **Multequina**, 7: 11-20.
- GONÇALVES, D.B.; SÁ, C.F.C. 1998. Dinâmica da regeneração em floresta de restinga após perturbação por tratores. In: **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**, vol. 3. Águas de Lindóia: Publicações ACIESP, p. 272-279.
- HARVEY, N.; CATON, B. 2010. **Coastal Management in Australia**. South Australia: University of Adelaide Press, 342 p.
- HAY, J.D.; LIMA, D.M.; HENRIQUES, R.P.B. 1979. Comparação entre similaridade florística e estrutural das comunidades vegetais nos ecossistemas de restinga. In: **Resumos do XXX Congresso Nacional de Botânica**, Campo Grande, p. 83.
- HAY, J.D.; HENRIQUES, R.P.B.; LIMA, D.M. 1981. Quantitative comparisons of dune and foredune vegetation in restinga ecosystems in the State of Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia**, 41: 655-662.

- HAY, J.D.; LACERDA, L.D. 1984. Ciclagem de nutrientes no ecossistema de restinga. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 459-475.
- HENRIQUES, R.P.B.; MEIRELLES, M.L.; HAY, J.D. 1984. Ordenação e distribuição de espécies das comunidades vegetais na praia da Restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, 7: 27-36.
- HENRIQUES, R.P.B.; ARAUJO, D.S.D.; HAY, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da Restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, 9: 173-189.
- KAMBHAR, S.V.; KOTRESHA, K. 2012. Life-forms and biological spectrum of a dry deciduous forest in Gadag District, Karnataka, India. **Research & Reviews: A Journal of Botany**, 1: 1-28.
- KIM, K.D.; EWING, K. 2006. Ecological restoration of coastal sand dunes in South Korea. **Journal of Coastal Research SI 39**. Proceedings of the 8th International Coastal Symposium, Itajaí, p. 1259-1262.
- KOLLMANN, L.J.C.; FONTANA, A.P.; SIMONELLI, M.; FRAGA, C.N. 2007. As angiospermas ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo. In: SIMONELLI, M.; FRAGA, C.N. (orgs.). **Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo**. Vitória: IPEMA, p. 105-137.
- KUTIEL, P.; COHEN, O.; SHOSHANY, M.; SHUB, M. 2004. Vegetation establishment on the southern Israeli coastal sand dunes between the years 1965 and 1999. **Landscape and Urban Planning**, 67: 141-156.
- LAKE, J.C.; LEISHMAN, M.R. 2004. Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. **Biological Conservation**, 117: 215-226.
- LI, W.; XIAO-JING, L.; KHAN, M.A.; GUL, B. 2008. Relationship between soil characteristics and halophytic vegetation in coastal region of North China. **Pakistan Journal of Botany**, 40: 1081-1090.
- MACARTHUR, R.H. 1972. **Geographical Ecology: Patterns in the Distribution of Species**. New York: Harper and Row, Publishers, 269 p.
- MAGNAGO, L.F.S.; MARTINS, S.V.; PEREIRA, O.J. 2011. Heterogeneidade florística das fitocenoses de restingas nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, 35: 245-254.
- MAGNANINI, A. 1954. Contribuição ao estudo das zonas de vegetação da Praia de Sernambetiba, D.F., Brasil. **Arquivos do Serviço Florestal**, 8: 147-232.
- MAGURRAN, A.E. 1988. **Ecological Diversity and its Measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 179 p.

- MAGURRAN, A.E. 2011. **Medindo a Diversidade Biológica**. Curitiba: Ed. UFPR, 261 p.
- MARQUES, M.C.M.; OLIVEIRA, P.E.A.M. 2005. Características reprodutivas das espécies vegetais da planície litorânea. In: MARQUES, M.C.M.; BRITZ, R.M. (orgs.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Ed. Universidade Federal do Paraná, 266 p.
- MARTINS, S.E.; ROSSI, L.; SAMPAIO, P.S.P.; MAGENTA, M.A.G. 2008. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertiooga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 22: 249-274.
- MARTINS, F.R.; BATALHA, M.A. 2011. Formas de vida, espectro biológico de Raunkiaer e fisionomia da vegetação. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V.; MELO, M.M.R.F.; ANDRADE, L.A.; MEIRA NETO, J.A.A. (orgs.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**, vol. 1. Viçosa: Editora UFV, p. 44-85.
- MARTINS, M.; PEREIRA, M.D.; GUTIERRES, F.; CARLOS NETO.; COSTA, J.C. 2011. New insights on the psammophilic gradient applying a multidisciplinary biogeochemical based approach - a case study in the Mediterranean Region of the Portuguese coast. In: **Abstracts of the European Geosciences Union General Assembly**. Geophysical Research Abstracts 13, Vienna.
- MENEZES, L.F.T.; ARAUJO, D.S.D. 1999. Estrutura de duas formações vegetais do cordão externo da Restinga de Marambaia, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, 13: 223-235.
- MENEZES, L.F.T.; ARAUJO, D.S.D. 2005. Formações vegetais da Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro. In: MENEZES, L.F.T.; PEIXOTO, A.L.; ARAUJO, D.S.D. (eds.). **História Natural da Marambaia**. Seropédica: EDUR, p. 67-120.
- MENEZES-SILVA, S. 1998. **As formações vegetais da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: composição florística e principais características estruturais**. Tese de doutorado. PPG-Ciências Biológicas/UNICAMP, Campinas, 262 p.
- MILLER, T.E.; GORNISH, E.S.; BUCKLEY, H.L. 2009. Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery, and succession. **Plant Ecology**, 206: 97-104.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2008. **Instrução Normativa nº 06**, de 23 de setembro de 2008. Reconhece a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/instrucoes\\_normativas/IN06\\_08\\_MMA\\_flora\\_ameaçada.pdf](http://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/instrucoes_normativas/IN06_08_MMA_flora_ameaçada.pdf)>. Acesso em: 26 de janeiro de 2013.
- MONSERRAT, A.L.; CELSI, C.; FONTANA, S.L. 2012. Coastal dune vegetation of the southern Pampas (Buenos Aires, Argentina) and its value for conservation. **Journal of Coastal Research**, 28: 23-35.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. 1974. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 547 p.
- MÜLLER-HOHENSTEIN, K. 1992. Las dunas como ecosistemas: experiencias en Europa, Arabia y Africa. **Bosque**, 13: 9-21.

NUNES-FREITAS, A.F.; ALBUQUERQUE, S.Z.; ROCHA, C.F.D. 2004. Variação na estrutura de seis comunidades vegetais halófila-psamófilas remanescentes no litoral do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. In: **Anais do VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros - Patrimônio Ameaçado**, vol. 1. São José dos Campos: Publicações ACIESP, p. 267-278.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.H.; WAGNER, H. 2012. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.0-4. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

OLIVEIRA-GALVÃO, A.L.C.; GALVÃO, W.S.; CARVALHO, V.C. 1990. Monitoramento da cobertura vegetal da Restinga de Carapebus - Macaé (RJ), a partir de imagens orbitais. In: **II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira - Estrutura, Função e Manejo**, vol. 3. Águas de Lindóia: Publicações ACIESP, p. 442-454.

OMER, L.S.; BARCLAY, G. 2002. Threatened halophytic communities on sandy coasts of three Caribbean islands. **Annales Botanici Fennici**, 39: 301-308.

PALMA, C.B.; JARENKOW, J.A. 2008. Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, 16: 114-124.

PAMMENTER, N.W. 1984. Ecological and physiological aspects of plant communities of the sand dunes of the east coast of southern Africa. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 425-440.

PEREIRA, O.J. 1990. Caracterização fitofisionômica da Restinga de Setiba - Guarapari - Espírito Santo. In: **II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira - Estrutura, Função e Manejo**, vol. 3. Águas de Lindóia: Publicações ACIESP, p. 207-219.

PEREIRA, O.J.; THOMAZ, L.D.; ARAUJO, D.S.D. 1992. Fitossociologia da vegetação de ante dunas da Restinga de Setiba/Guarapari e em Interlagos/Vila Velha, ES. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, (N.Sér.) 1: 65-75.

PEREIRA, M.C.A.; CORDEIRO, S.Z.; ARAUJO, D.S.D. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 18: 677-687.

PEYRAT, J.; FICHTNER, A. 2011. Plant species diversity in dry coastal dunes of the southern Baltic coast. **Community Ecology**, 12: 220-226.

PFADENHAUER, J. 1978. Contribuição ao conhecimento da vegetação e de suas condições de crescimento nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, 38: 827-836.

PIJL, L. VAN DER. 1982. **Principles of Dispersal in Higher Plants**, 3<sup>a</sup> ed. New York: Springer-Verlag, 211 p.

PINTO, G.C.P.; BAUTISTA, H.P.; FERREIRA, J.D.C.A. 1984. A restinga do litoral nordeste do Estado da Bahia. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 195-216.

RAUNKIAER, C. 1934. **The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography**. Oxford: Clarendon.

R CORE TEAM. 2012. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; ALVES, M.A.S.; VAN SLUYS, M. 2004. A Restinga de Jurubatiba e a conservação dos ambientes de restinga do Estado do Rio de Janeiro. In: ROCHA, C.F.D.; ESTEVES, F.A.; SCARANO, F.R. (orgs.). **Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação**. São Carlos: RiMa, p. 341-352.

ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M.A.S.; JAMEL, C.E. 2007. The remnants of restinga habitats in the brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: Habitats loss and risk of disappearance. **Brazilian Journal of Biology**, 67: 263-273.

SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plants communities in stressful habitats marginal to Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, 90: 517-524.

SEABRA, J.J. 1949. A flora das dunas: apontamentos sobre a flora psamófila das dunas de Itapoã, Bahia. **Liloa**, 20: 187-192.

SLOSS, C.R.; SHEPHERD, M.; HESP, P. 2012. Coastal Dunes: Geomorphology. **Nature Education Knowledge**, 3: 2.

SOARES, J.J. 1984. Levantamento fitossociológico de uma faixa litorânea do Rio Grande do Sul entre Tramandaí e Praia do Barco. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 381-394.

SOFFIATI, A. 2000. Aspectos históricos das restingas da eco-região norte do Estado do Rio de Janeiro - Brasil. In: ESTEVES, F.A.; LACERDA, L.D. (eds.). **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Macaé: NUPEM/UFRJ, p. 341-370.

SOUZA, E.B.; CABRAL, E.L.; ZAPPI, D.C. 2010. Revisão de *Mitracarpus* (Rubiaceae – Spermaceae) para o Brasil. **Rodriguésia**, 61: 319-352.

TEIXEIRA-FILHO, P.F.; RIBAS, S.C.; ROCHA, C.F.D.; ZEE, D.M.W. 1994. Estrutura e organização espacial de vegetação de praia de restinga: uma avaliação da vegetação original remanescente na Reserva Biológica da Barra da Tijuca. In: **I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro: UFRJ, p. 47-49.

THE PLANT LIST. 2010. **Version 1**. Published on the Internet. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org>>. Acesso em: 05 de outubro de 2012.

THOMAZ, L.D. 1991. **Distribuição e diversidade de espécies na vegetação halófila-psamófila no litoral do Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro, SP. 143 p.

THOMAZ, L.D.; MONTEIRO, R. 1992. Uma revisão da comunidade halófila-psamófila do litoral brasileiro. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, (N.Sér.) 1: 103-114.

THOMAZ, L.D.; MONTEIRO, R. 1994. Análise florística da comunidade halófila-psamófila das praias do Estado do Espírito Santo. In: **Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira** - Subsídios a um Gerenciamento Ambiental, vol. 3. Serra Negra: Publicações ACIESP, p. 58-66.

ZAMITH, L.R.; SCARANO, F.R. 2004. Produção de mudas de espécies das restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 18: 161-176.

WAECHTER, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In: **II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira** - Estrutura, Função e Manejo, vol. 3. Águas de Lindóia: Publicações ACIESP, p. 228-248.

WHITTAKER, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, 21: 213-251.

WILLSON, M.F.; TRAVESET, A. 2000. The ecology of seed dispersal. In: FENNER, M. (ed.). **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**, 2ª ed. London: CAB International, p. 85-110.

## 2 FATORES AMBIENTAIS NA DETERMINAÇÃO DA DIVERSIDADE DA VEGETAÇÃO HALÓFILA-PSAMÓFILA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

### 2.1 Introdução

As zonas costeiras são sistemas altamente dinâmicos e, portanto, propensos às mudanças, mesmo em condições naturais. A vegetação atua como uma defesa natural contra a erosão, ameaça crescente em função do aumento do nível do mar como consequência do aquecimento global, desempenhando um papel ecológico crucial na preservação da geomorfologia praial (Araújo *et al.* 2002) e importante na fixação e estabilização de dunas litorâneas (Chakraborty *et al.* 2012)

A vegetação halófila-psamófila é altamente instável, com vários fatores limitantes para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas. Beduschi & Castellani (2008) elencam como principais fatores, solos arenosos e pobres em nutrientes, salinidade, instabilidade do substrato, ventos e intensa luminosidade. Esta vegetação está submetida a uma incipiente ou inexistente evolução pedogenética dos solos oligotróficos, com fraca capacidade de retenção hídrica e ausência total de podzolização (Martins *et al.* 2011). Além disso, a vegetação sofre frequentes mudanças, devido ao acréscimo e erosão de areia trazida pelo vento e pelo mar, e para suportá-las tem que possuir uma grande capacidade de regeneração e rápido crescimento (Müller-Hohenstein 1992).

Portanto, a composição florística na maioria dos ambientes salinos de diferentes regiões do mundo é bastante similar em relação às espécies dominantes. O que pode variar são as associações presentes, e, nas zonas de transição onde diminui a salinidade, costuma aumentar a proporção de espécies características da região fitogeográfica seguinte (Nebbia & Zalba 2007). Vários estudos sobre os ecossistemas de dunas destacam a estreita dependência entre a diversidade vegetal e estrutura e os fatores ambientais que dominam a geomorfologia das diferentes áreas (Monserrat *et al.* 2012), sendo a distribuição e a diversidade da vegetação halófila-psamófila controlada principalmente pelos fatores edáficos e climáticos (Chakraborty *et al.* 2012).

Sabe-se que a estabilidade do substrato, menor intensidade de ventos e redução da salsugem, juntamente com um fornecimento de água mais elevado do lençol freático e o

conteúdo de compostos orgânicos, podem explicar a maior riqueza de espécies e da cobertura vegetal que caracterizam as halófila-psamófilas (Monserrat *et al.* 2012).

A matéria orgânica é um fator de grande importância (Ramos & Pellens 1994), pois sua presença modifica a estrutura de solos arenosos, aumenta a agregação das partículas e a absorção de nutrientes, aumenta a retenção de umidade e oferece maior sustentabilidade ao desenvolvimento das espécies arbóreas (Silva & Somner 1984a). O acréscimo de biomassa vegetal ao solo por meio da serrapilheira é fundamental (Pammenter 1984; Soares 1984), apesar da maior entrada de nutrientes no solo ocorrer por deposição aérea através da salsugem (Hay & Lacerda 1984).

Em relação à diversidade, Araujo & Maciel (1998) afirmam que a relação entre o número de espécies e o tamanho da área de restinga revela que, não são sempre as maiores áreas que possuem o maior número de espécies. Desta forma, contrariando o pressuposto de que quanto maior a área maior o número de espécies (Arrhenius 1921; Gleason 1922). Para a vegetação halófila-psamófila esta relação espécies-área ainda não foi definida, uma vez que as áreas são distintamente diferentes em termo de tamanho perpendicular ao mar.

Todas as espécies ocorrem em uma escala definida, limitada pelos habitats, tendendo a uma maior abundância quando os fatores abióticos são ótimos para seu estabelecimento e crescimento, por isso, a composição das comunidades bióticas muda juntamente com os gradientes ambientais (Braak & Prentice 1988). A distribuição das espécies halófila-psamófilas, as relações entre a cobertura vegetal, o solo e os fatores geomorfológicos são determinantes na variação e ocorrência de gradientes ambientais. A compreensão de gradientes físicos com o distanciamento do mar, como granulometria da areia, pH, salinidade, solos, estabilidade ou microclimas são importantes para a interpretação dos padrões de distribuição das comunidades (Martins *et al.* 2011).

Os fatores ambientais são determinantes na estrutura e diversidade da vegetação halófila-psamófila, por isso, este estudo tem como objetivos avaliar a diversidade ao longo do gradiente de distanciamento do mar, relacionar tamanho de área perpendicular ao mar com a riqueza e a diversidade, avaliar o padrão de distribuição das espécies e comparar os parâmetros (serrapilheira, solo desnudo, cobertura vegetal, salinidade da água do mar) entre as áreas amostradas.

## 2.2 Metodologia

Para o litoral do Estado do Rio de Janeiro, Araujo & Maciel (1998) propuseram nove áreas de restinga baseadas no isolamento por barreiras naturais, como elevações e corpos d'água, as quais são foco deste estudo (Figura 1), sendo elas: Praia do Sul (23°10'S/44°17'W), Marambaia (23°02'S/43°37'W), Grumari (23°02'S/43°31'W), Marapendi (23°01'S/43°25'W), Maricá (22°57'S/42°50'W), Massambaba (22°56'S/42°12'W), Barra de São João (22°34'S/41°58'W), Jurubatiba (22°16'S/41°38'W) e São João da Barra (21°44'S/41°01'W). São mais de 500 km de distância entre as áreas mais extremas, tendo sido amostrado neste estudo um total de 9 km da vegetação halófila-psamófila (Figura 2).

A extensão paralela ao mar de cada restinga foi mensurada e sorteada uma área de 1 km, com o auxílio de imagens de satélite, para a realização da amostragem (Figura 3). Com exceção da Restinga de Grumari, devido à extensão de cerca de 2 km, optou-se pelo meio da área, evitando assim os extremos. As áreas foram amostradas nos meses de maio a julho de 2012, pelo método de parcelas e de forma sistemática (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Em cada uma das áreas de restinga foram traçados 40 transectos perpendiculares ao mar e distantes entre si 25 m, onde foram plotadas 3 parcelas de 1 m<sup>2</sup> em cada transecto, totalizando 120 m<sup>2</sup> de área amostral (Figura 4). A primeira parcela de cada transecto foi estabelecida através de sorteio e as demais equidistantes 2 m e em lados alternados.

As extensões dos transectos variaram de acordo com o tamanho perpendicular ao mar da vegetação halófila-psamófila (Figura 5), tendo início com os primeiros indivíduos na região pós-praia, enquanto o limite final se deu com a discriminação visual de outras formações vegetais, como arbustiva aberta, arbustiva fechada ou brejo, evitando assim a zona de transição entre estas formações, as quais se caracterizam, segundo Cordeiro (2005), por apresentar tanto espécies herbáceas como arbustivas.

Para a análise da estrutura da comunidade, as espécies foram identificadas em cada parcela (Figura 6) e, conforme Brower *et al.* (1998), estimadas visualmente suas respectivas percentagens de cobertura vegetal (CVE), cobertura de serrapilheira, matéria orgânica oriunda da própria comunidade (SER), área desnuda do solo, desprovida de qualquer cobertura natural (DES) e a percentagem de cobertura vegetal total (CVt). As percentagens foram estimadas com o auxílio de um quadrado de 0,5 x 0,5 m dividido com fios de nylon em 25 quadrados, cada um representando 1% da parcela, sendo considerado 1% como percentual de cobertura mínimo (Pereira *et al.* 2004). Devido ao fato da impossibilidade de contagem dos indivíduos

por serem em sua maioria de hábito estolonífero ou rizomatoso (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), a densidade não foi calculada, sendo utilizada como medida de abundância a porcentagem de cobertura vegetal (Magurran 1988; Araujo *et al.* 2004).

Para análise da salinidade da água do mar foram tomadas cinco amostras em cada área de restinga, em frente aos transectos de números 1, 10, 20, 30 e 40, e mensurado com a utilização de um refratômetro (modelo RTS-101ATC) em escala de 0 a 100%.

O material botânico testemunho encontra-se depositado nos herbários HRJ e RB. Para a classificação taxonômica das famílias de Angiospermas adotou-se o APG III (2009), e os nomes científicos das espécies foram conferidos pelo The Plant List (2010).

Foram plotados em gráficos a riqueza e a diversidade de espécies em relação ao comprimento dos 360 transectos (40 transectos x 9 áreas), os quais correspondem ao tamanho das áreas perpendicular ao mar. Também foram plotados em gráficos a riqueza e a diversidade de espécies em relação ao distanciamento do mar das parcelas nos 360 transectos. A riqueza e a diversidade foram medidas em cada transecto, pela junção das 3 parcelas, sendo utilizado o índice de Shannon para a diversidade. Foi realizado um teste F para comparar as variâncias entre a riqueza e a diversidade dos transectos com comprimentos superiores e inferiores a 100 m, e posteriormente um teste t para comparar as médias de riqueza e diversidade nestes dois grupos.

Foram plotados os valores de cobertura vegetal total, serrapilheira, solo desnudo, salinidade, riqueza e diversidade das nove áreas em gráficos boxplot para a visualização da variabilidade. A normalidade de cada variável foi analisada com um teste de Shapiro-Wilk e quando a variável não era normal, foi realizada uma análise não paramétrica de variância pelo teste Kruskal-Wallis com comparações par a par *a posteriori*. Este procedimento foi realizado em R 2.14.2 (R Core Team 2012), usando as funções `shapiro.test` e `kruskalmc` do pacote `pgirmess` (Giraudoux 2012).

Para as análises dos padrões de distribuição das espécies, a matriz da vegetação (espécies por área), com as 47 espécies amostradas, foi filtrada para selecionar as espécies presentes em pelo menos 3 áreas, com a finalidade de caracterizar as espécies mais frequentes e representativas ao longo deste litoral. A matriz filtrada resultante obteve 20 espécies, que foram plotadas em relação à porcentagem de cobertura vegetal média em função da distância do mar (m). As espécies foram classificadas como especialistas ou generalistas segundo a sua distribuição em relação ao distanciamento do mar. Foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) para ordenação das espécies na comunidade vegetal, com transformação para distância de Hellinger (Legendre & Legendre 1998), utilizando a matriz de 20 espécies

por 360 transectos. Todos estes atributos foram calculados por meio do software livre R (R Core Team 2012).

A distribuição de abundância das espécies de cada área foi representada através do gráfico de ranking de espécies/abundância ou diagrama de Whittaker, utilizando-se o programa R, pacote BiodiversityR version 1.6 (Kindt & Coe 2005), e classificada dentre os quatro modelos através do comportamento da curva das áreas.

## 2.3 Resultados

### 2.3.1 Diversidade e riqueza

Os comprimentos perpendiculares ao mar dos 360 transectos (Figura 12), que representam os tamanhos das nove áreas de restinga ocupadas pela vegetação halófila-psamófila, foram analisados quanto à diversidade e riqueza nos transectos inferiores e superiores a 100 m (Figura 13), uma vez que as médias destes comprimentos variaram de 6,71 a 165 m. Geralmente, para áreas maiores é esperado um maior número de espécies. Com este foco, testamos a diversidade e a riqueza para as nove áreas utilizando os comprimentos dos transectos e as espécies amostradas.

Para a riqueza de espécies, o teste F de comparação de variâncias ( $F = 2,2395$ , graus de liberdade do numerador  $gl_{num} = 279$ , graus de liberdade do denominador  $gl_{den} = 79$ ,  $p = 2,155e-05$ ) revelou que há diferenças significativas entre estas. O teste t revelou que há diferenças significativas entre as médias ( $t = 9,2065$ ,  $gl = 190,373$ ,  $p = 2,2e-16$ ).

Para a diversidade, o teste F de comparação de variâncias ( $F = 1,048$ , graus de liberdade do numerador  $gl_{num} = 279$ , graus de liberdade do denominador  $gl_{den} = 79$ ,  $p = 0,822$ ) mostrou que as variâncias entre os dois grupos não são significativamente diferentes entre si. Enquanto o teste t mostrou que há diferenças significativas entre as médias ( $t = 4,7087$ ,  $gl = 358$ ,  $p = 3,571e-06$ ).

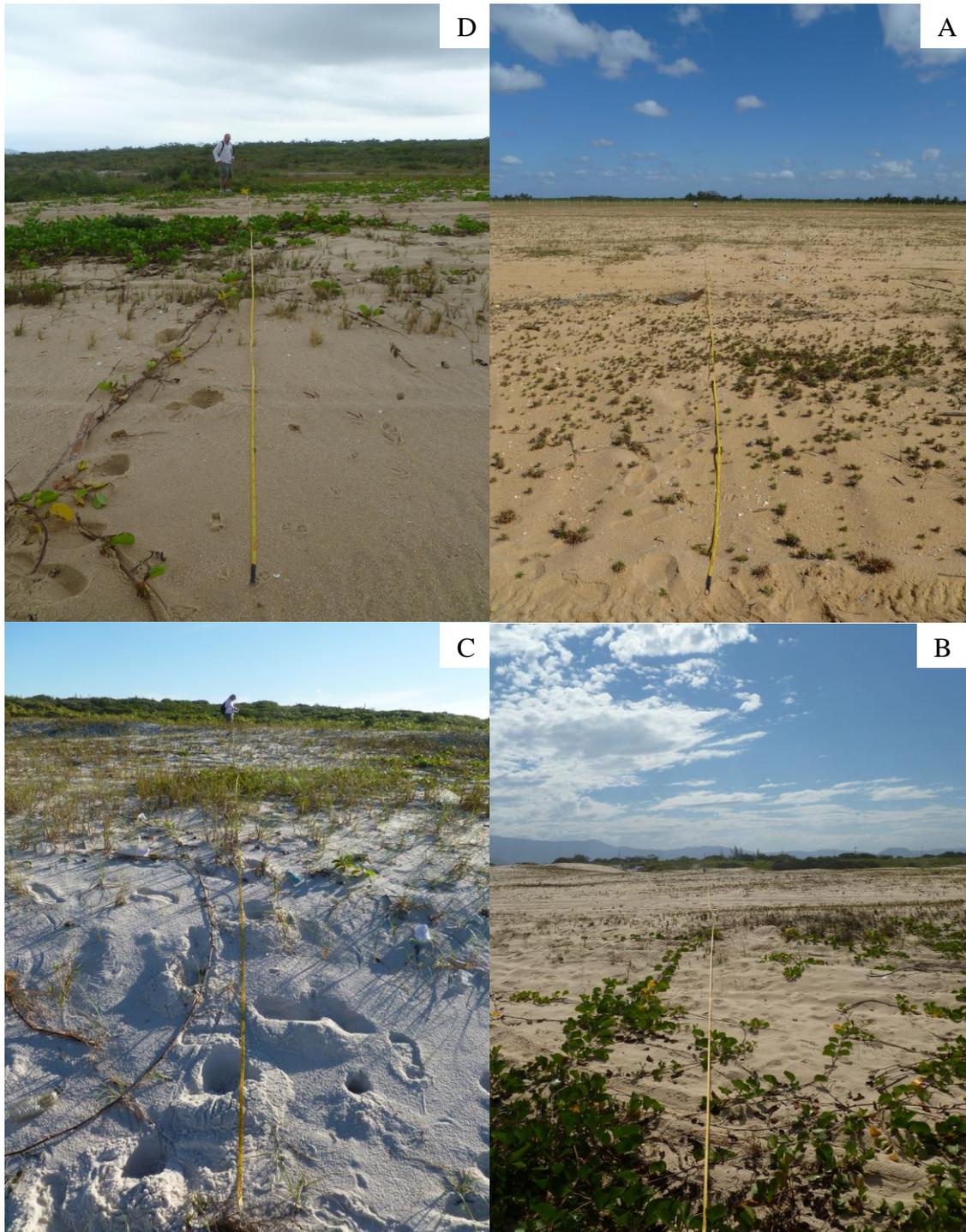


Figura 12 - Comprimento de transectos perpendicularmente ao mar.  
Legenda: São João da Barra (A), Maricá (B), Massambaba (C) e Jurubatiba (D).  
Fotos: Antonio Janilson Castelo.

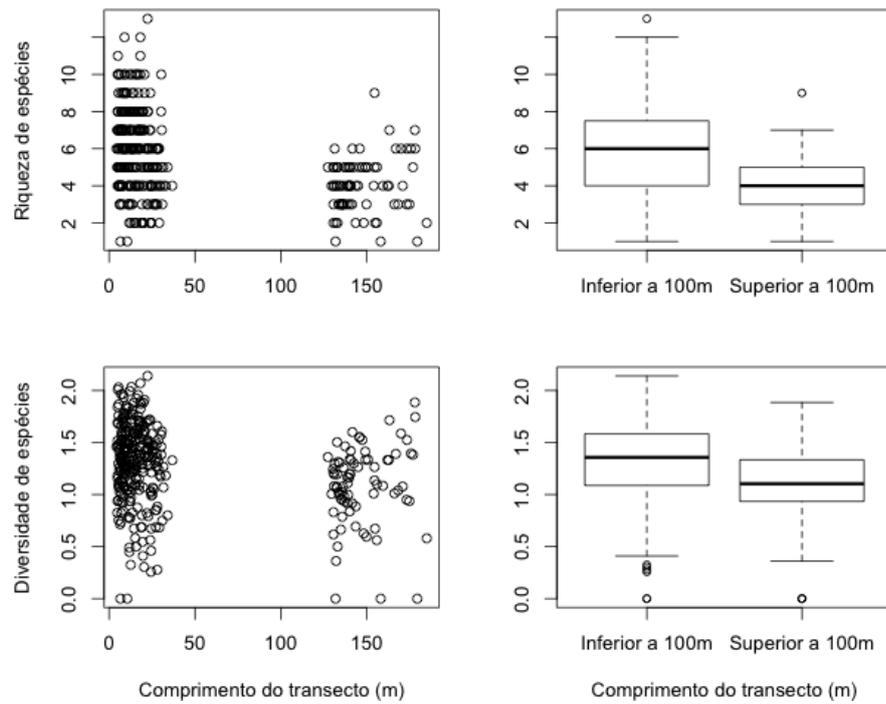


Figura 13 - Riqueza e diversidade de espécies em relação ao comprimento dos 360 transectos.

Em relação à distância do mar das parcelas nos 360 transectos, a riqueza e a diversidade da vegetação halófila-psamófila sugere uma redução do número de espécies para as parcelas mais distante do mar (Figura 14), ou seja, com o distanciamento do mar há uma tendência na diminuição da riqueza e da diversidade de espécies, representado pela linha vermelha, apesar da minimização dos fatores abióticos da zona litorânea.

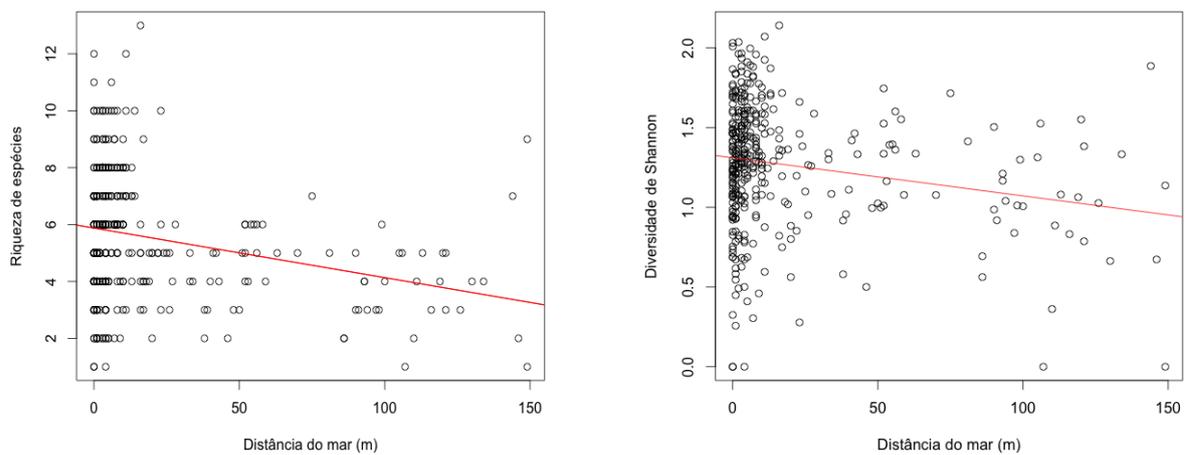


Figura 14 - Distribuição da riqueza e diversidade de espécies em relação à distância do mar das parcelas nos 360 transectos.

A riqueza e a diversidade de espécies das nove áreas estão plotadas nos gráficos de boxplot (Figura 15 e 16). Massambaba apresentou a menor variabilidade de riqueza (Figura 15) com a mediana igual ao percentil de 25% e duas parcelas com valores discrepantes (*outliers*), e uma baixa riqueza (14 espécies). Enquanto Jurubatiba e Praia do Sul tiveram a maior variabilidade e uma maior riqueza, 26 e 23 espécies, respectivamente. A primeira área teve de 2 a 13 espécies ocorrendo nas parcelas, e a segunda de 2 a 12 espécies. Por São João da Barra ter apenas oito espécies amostradas, uma das mais pobres, a riqueza foi simétrica dentro das parcelas. As medianas relativas à riqueza das parcelas dos 360 transectos variaram de 4 a 7 espécies/parcela.

A diversidade de espécies é diferente para as nove áreas (Figura 16), havendo uma grande variabilidade dos valores do índice de Shannon em Maricá e Jurubatiba, consistindo nas áreas mais heterogêneas. Barra de São João e São João da Barra se destacam pela pequena variação da diversidade nas parcelas, com dois valores discrepantes cada (*outliers*). Nesta primeira área, a vegetação halófila-psamófila ocorre de forma agregada, enquanto na segunda, as espécies têm uma distribuição mais esparsa, sendo, portanto as áreas mais homogêneas em termos de diversidade nas parcelas.

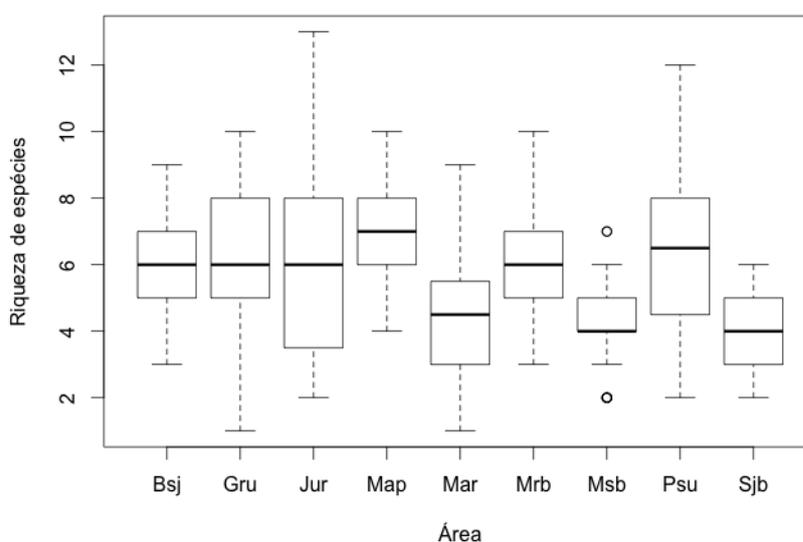


Figura 15 - Gráfico de boxplot da distribuição da riqueza nas parcelas das nove áreas amostradas.

Legenda: Barra de São João (Bsj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

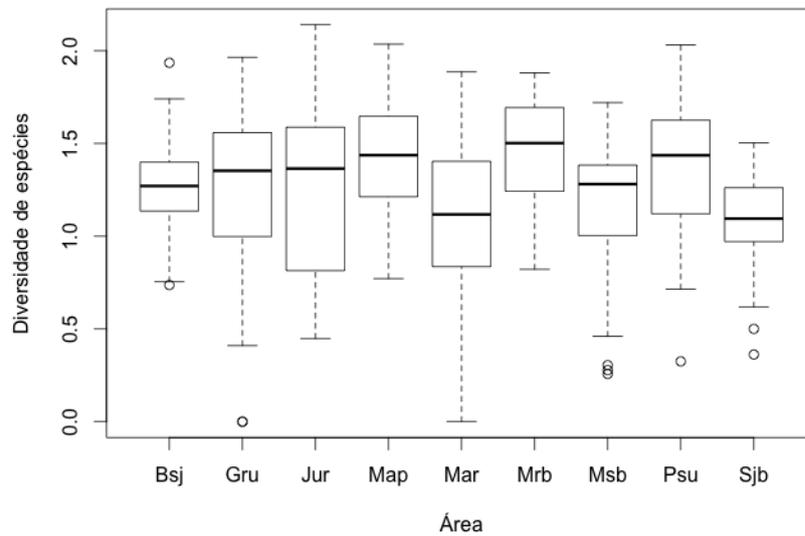


Figura 16 - Gráfico de boxplot da distribuição da diversidade de espécies (índice de Shannon) nas parcelas das nove áreas amostradas.

Legenda: Barra de São João (Bsj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

O teste de Kruskal Wallis foi utilizado devido ao não atendimento das premissas de homocedasticidade e normalidade da riqueza e diversidade ( $p = 2,046e-06$ ;  $p = 6,065e-06$ ), mesmo após a transformação dos dados. A riqueza e a diversidade foram comparadas par a par entre as áreas, a fim de obter as diferenças da composição florística (Tabela 2).

De forma geral, houve maior número de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação à riqueza do que a diversidade, ou seja, a variação do número de espécies dentro das parcelas teve mais diferença do que os valores de Shannon. Em relação à riqueza, São João da Barra teve diferença com seis áreas, Massambaba e Maricá com cinco áreas, Marapendi com quatro áreas, Barra de São João, Grumari, Marambaia e Praia do Sul com três áreas, e Jurubatiba com outras duas áreas. Em relação à diversidade, São João da Barra e Marambaia foram diferentes de três áreas, Marapendi e Maricá de duas áreas, enquanto Massambaba e Praia do Sul de apenas uma área. As diferenças em relação à riqueza e diversidade estão principalmente relacionadas à distância geográficas entre as áreas (ver capítulo 1). Portanto, a vegetação halófila-psamófila apresenta uma similaridade florística e uma peculiar diferença de composição entre as áreas, não sendo consideradas totalmente homogêneas entre si.

Tabela 2 - Quadro comparativo das diferenças de riqueza e diversidade de espécies entre as áreas.

Riqueza	Bsj	Gru	Jur	Map	Mar	Mrb	Msb	Psu	Sjb
Bsj					x		x		x
Gru					x		x		x
Jur				x					x
Map					x		x		x
Mar						x		x	
Mrb							x		x
Msb								x	
Psu									x
Sjb									

Diversidade	Bsj	Gru	Jur	Map	Mar	Mrb	Msb	Psu	Sjb
Bsj									
Gru									
Jur									
Map					x				x
Mar						x			
Mrb							x		x
Msb									
Psu									x
Sjb									

Legenda: Teste de Kruskal-Wallis para  $p < 0,05$ . O x indica diferenças significativas entre duas áreas. Barra de São João (Bsj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

### 2.3.2 Distribuição espacial

Foram encontradas 20 espécies halófila-psamófilas ocorrendo em pelo menos três áreas amostrais. A distribuição destas espécies em relação ao distanciamento do mar apresenta a forma com que cada espécie ocupa o espaço, podendo ser discriminadas as que são especialistas e generalistas, respectivamente por conta de sua capacidade de se estabelecer e permanecer em uma área específica dentro do gradiente ambiental ou ao longo do gradiente. As oito espécies generalistas estão representadas com suas respectivas percentagens de

cobertura média (Figura 17), distribuídas desde os primeiros metros da vegetação, na proximidade da linha da praia, até a zona de transição com a formação vegetal seguinte.

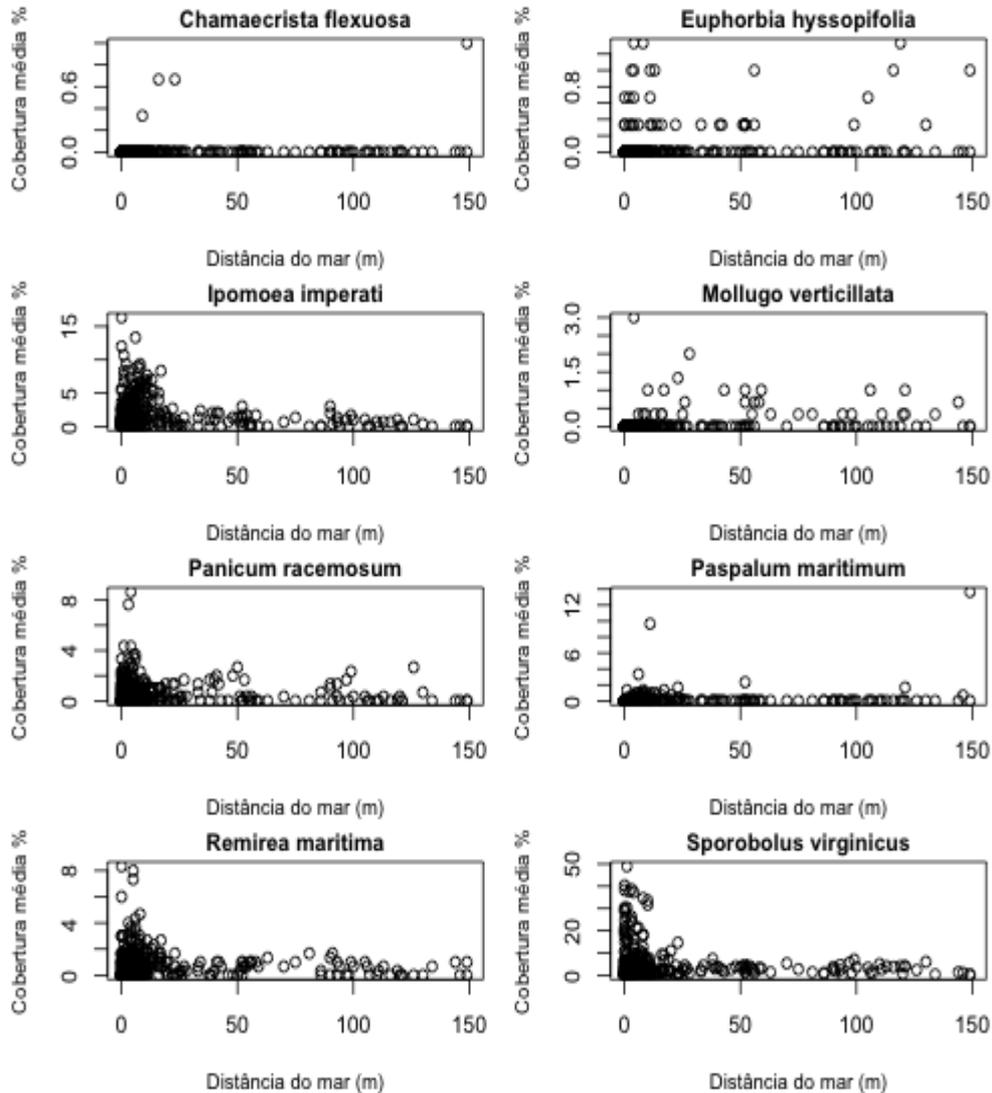


Figura 17 – Percentagem de cobertura média das oito espécies halófila-psamófilas generalistas em relação ao distanciamento do mar.

As espécies restantes ocupam as áreas mais próximas do mar, numa zona específica, por volta de até os 20 m, e são representadas por 12 espécies classificadas como especialistas (Figura 18). Estas são principalmente herbáceas, mas estão presentes alguns subarbustos (*Schinus terebinthifolia*, *Sophora tomentosa*), arbusto (*Cereus fernambucensis*), assim como a palmeira *Allagoptera arenaria*.

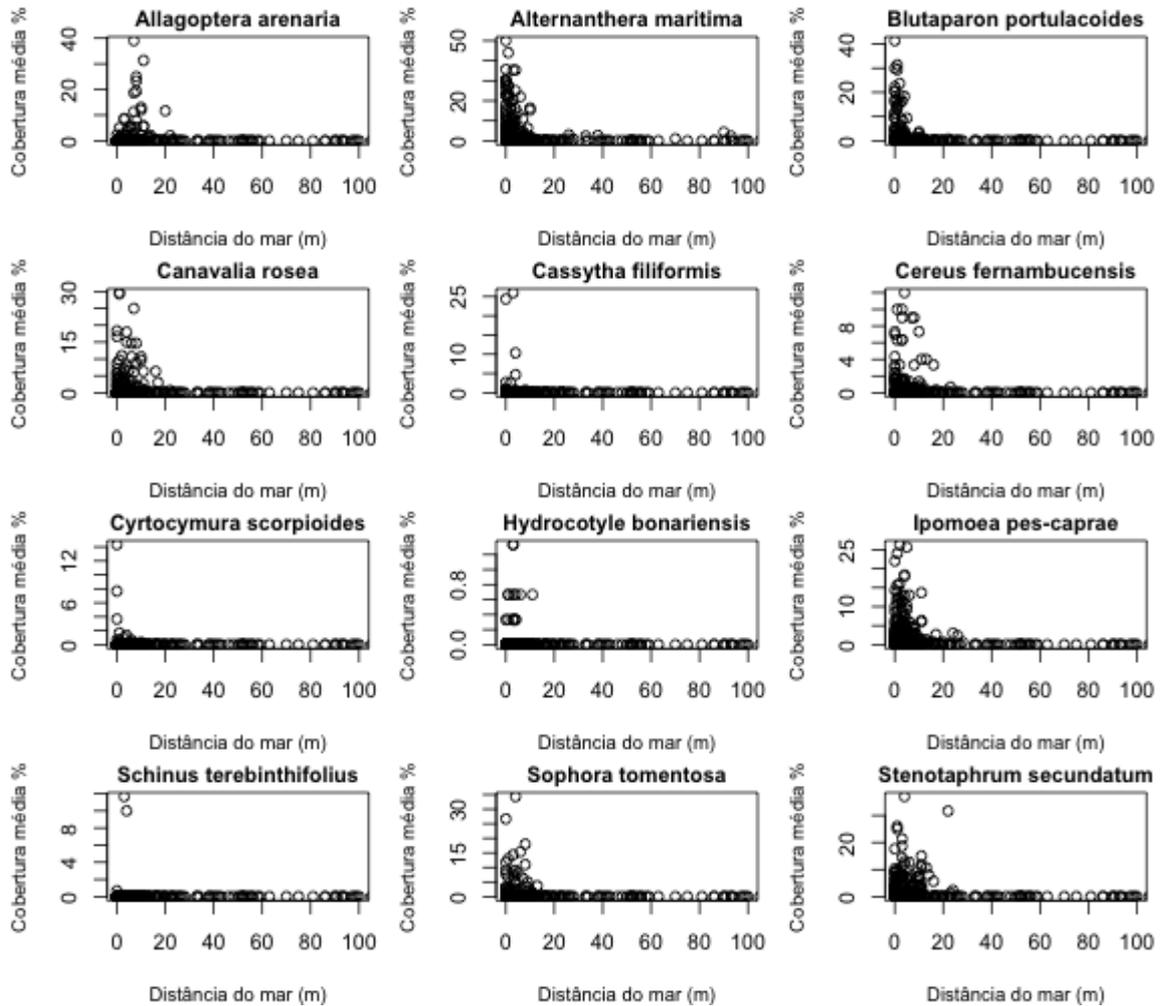


Figura 18 – Percentagem de cobertura média das 12 espécies halófila-psamófilas especialistas em relação ao distanciamento do mar.

Na análise de componentes principais (PCA) para a ordenação das 20 espécies na comunidade vegetal, o primeiro eixo explicou 22,15% da variação e o segundo eixo 15,25% em relação à distribuição das espécies (Figura 19). O primeiro eixo separou as espécies em dois grupos, com oito e 12 espécies, sendo as mesmas espécies já identificadas e classificadas como especialistas e generalistas, de acordo com as suas distribuições em relação ao mar. As espécies *Sporobolus virginicus*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima* e *Ipomoea imperati* são as que mais influenciam o gradiente do lado das espécies generalistas, à medida que *Stenotaphrum secundatum*, *Ipomoea pes-caprae* e *Alternanthera maritima* são as espécies mais importantes no grupo das especialistas. Assim, as espécies halófila-psamófilas tendem a apresentar uma distribuição espacial diferente, com um padrão zonal mais próximo ou ao longo da área perpendicularmente ao mar. A Figura 20 representa a ordenação das nove áreas,

com as 20 espécies e os centróides dos transectos para cada restinga, onde as linhas tracejadas representam os transectos. O primeiro eixo separou as áreas em relação à composição das espécies e suas respectivas coberturas, em que a área mais associada com as generalistas foi São João da Barra, Grumari foi mais associada com as especialistas, e Barra de São João é a mais distinta de todas, variando ao longo do eixo 2, com pouca interseção dos transectos com as demais áreas.

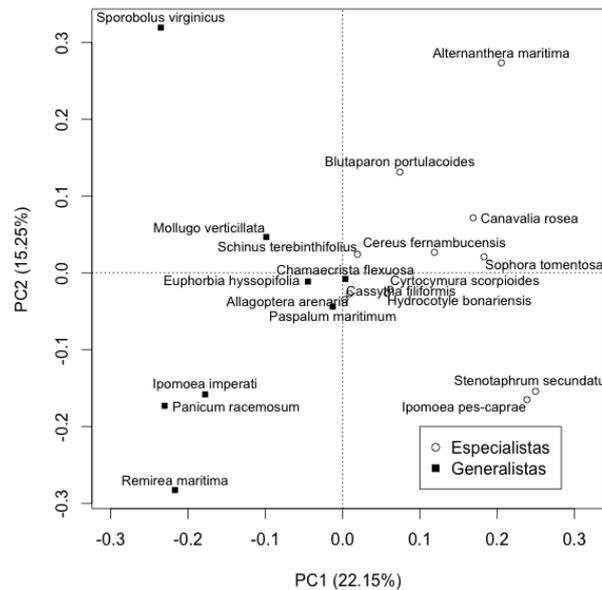


Figura 19 - Análise de componentes principais (PCA) para ordenação das 20 espécies halófila-psamófilas em relação às suas distribuições.

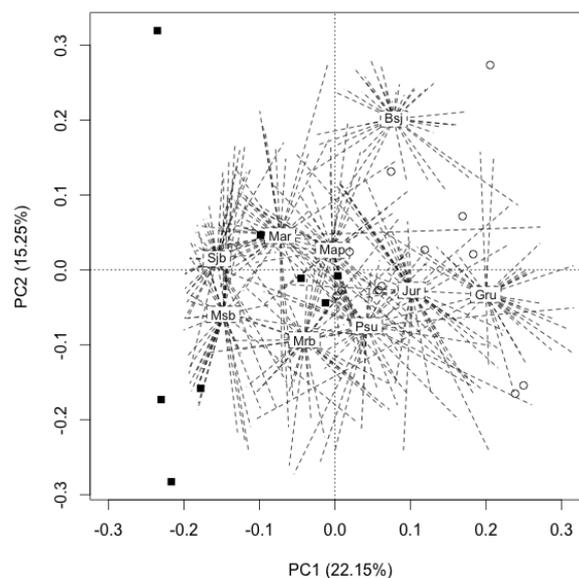


Figura 20 - Análise de componentes principais (PCA) para ordenação das áreas amostradas. Legenda: Barra de São João (BsJ), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

### 2.3.3 Ranking de abundância

Nos gráficos de ranking de espécies/abundância para cada área (Figura 21), as espécies estão em sequência, da esquerda para a direita, da mais abundante para a menos abundante no eixo horizontal (x). O ranking de abundância representa a distribuição das abundâncias das espécies na vegetação, que para a vegetação halófila-psamófila apresenta um padrão relativamente similar nas nove áreas, onde ocorre um pequeno número de espécies com alta abundância e dominância e muitas espécies com baixa abundância, ou seja, raras. Apenas Maricá apresentou um platô na curva, onde muitas espécies apresentam uma similaridade em suas abundâncias. Dentre os modelos de abundância das espécies, esta vegetação se enquadra mais com os modelos intermediários, principalmente o de série logarítmica (Fisher *et al.* 1943).

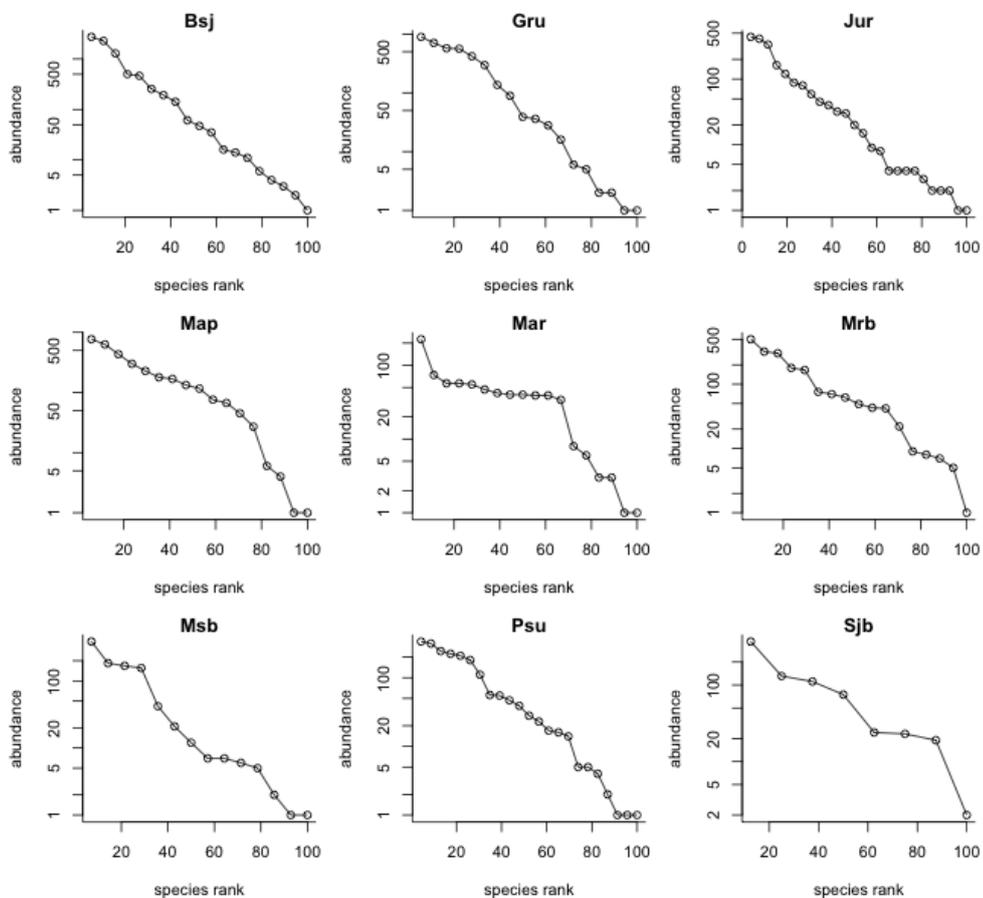


Figura 21 - Ranking de abundância das espécies nas nove áreas analisadas.

Legenda: Barra de São João (BsJ), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

### 2.3.4 Cobertura vegetal

A cobertura total da vegetação apresentou uma grande variabilidade entre as áreas amostrais (Figura 22). Barra de São João teve as maiores percentagens e média de 66,60% de cobertura, devido ao adensamento da vegetação, apesar da pequena extensão perpendicular ao mar. As menores percentagens foram de Massambaba com média de 7,67%, São João da Barra 5,58% e Maricá 5,53% de cobertura vegetal total, com a vegetação distribuída de forma mais esparsa. Grumari destacou-se em relação a grande variabilidade de cobertura nas parcelas, variando de 1,33% a 84%, média de 39,19%. As demais áreas, Marapendi, Marambaia, Jurubatiba e Praia do Sul tiveram médias de 24,89%, 14,50%, 15,66% e 15,50% de cobertura vegetal.

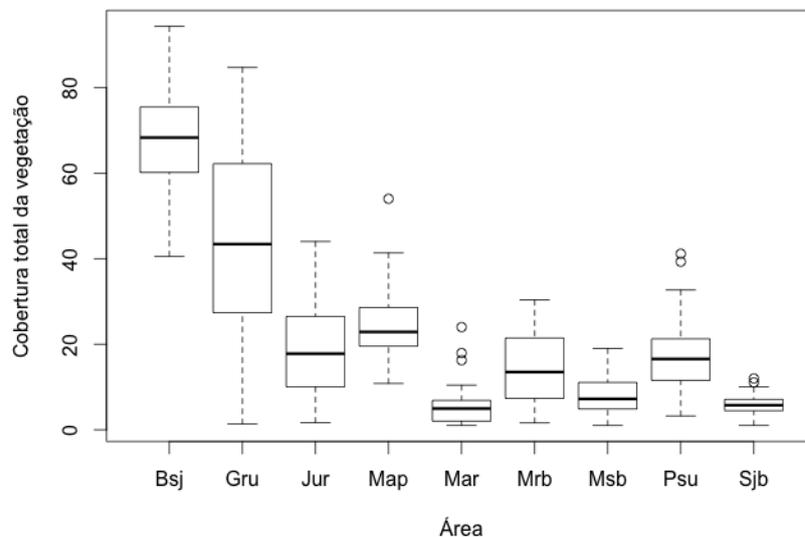


Figura 22 - Distribuição das percentagens de cobertura vegetal total das nove áreas amostradas.

Legenda: Barra de São João (Bsj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

As nove áreas amostrais apresentaram diferenças significativas em relação à cobertura vegetal total quando comparadas entre si (Tabela 3). Barra de São João é significativamente diferente de todas as áreas devido a sua alta percentagem de cobertura vegetal média (66,60%), com exceção de Grumari, por apresentar uma alta cobertura e também um adensamento característico. Grumari diferiu de seis áreas em função das percentagens altas de

cobertura (39,19%). As demais apresentaram uma cobertura menor, principalmente Maricá e Massambaba diferentes de seis e cinco áreas respectivamente, e São João da Barra que diferiu de seis áreas por ser a de menor cobertura vegetal. Praia do Sul e Jurubatiba diferiram de cinco áreas, enquanto Marapendi e Marambaia foram diferentes de quatro áreas.

Tabela 3 - Quadro comparativo das diferenças de cobertura vegetal total entre as áreas.

Cobertura	Bsj	Gru	Jur	Map	Mar	Mrb	Msb	Psu	Sjb
Bsj			x	x	x	x	x	x	x
Gru			x		x	x	x	x	x
Jur					x		x		x
Map					x		x		x
Mar						x		x	
Mrb									x
Msb								x	
Psu									x
Sjb									

Legenda: Teste de Kruskal-Wallis para  $p < 0,05$ . O x indica diferenças significativas entre duas áreas. Barra de São João (Bsj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

### 2.3.5 Serrapilheira

A percentagem de cobertura do solo com serrapilheira (Figura 23) mostrou-se diferente significativamente entre as áreas amostradas. Barra de São João teve os maiores valores de serrapilheira com média de 59,79%, enquanto São João da Barra, Maricá e Massambaba tiveram os menores, com médias de 1,89%, 2,51% e 5,11%, respectivamente.

As demais áreas, Marapendi (21,87%), Marambaia (15,07%), Praia do Sul (13,81%) e Jurubatiba (10,44%) tiveram valores médios intermediários. Enquanto Grumari teve uma baixa percentagem de serrapilheira (8,48%), ainda que uma alta cobertura, porém esta é muito variada dentro das parcelas. As diferenças entre as áreas foram significativas (Tabela 4), principalmente para Barra de São João que diferiu de todas as áreas, por conta da alta percentagem média de serrapilheira. Maricá e São João da Barra diferiram de seis áreas, Marapendi de quatro áreas, Massambaba de duas áreas, e as demais de três outras áreas.

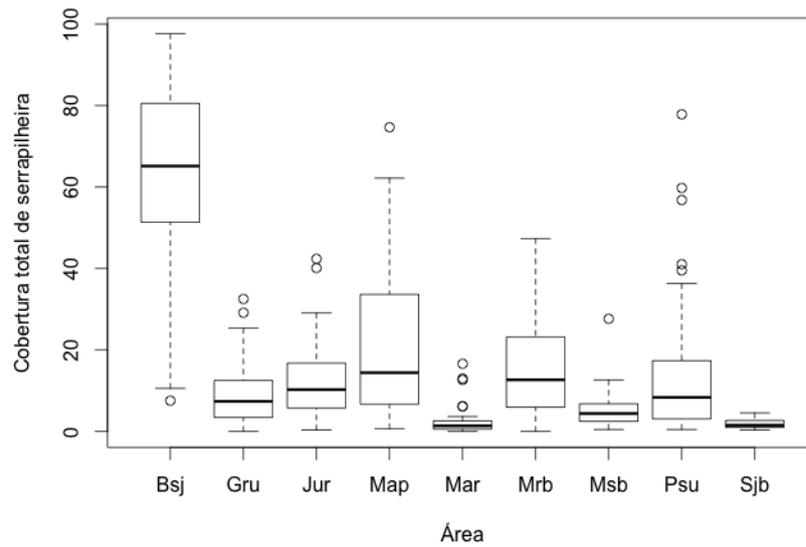


Figura 23 - Distribuição das percentagens de cobertura de serrapilheira nas nove áreas amostradas.

Legenda: Barra de São João (Bsaj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

Tabela 4 - Quadro comparativo das diferenças de cobertura de serrapilheira entre as áreas.

Serrapilheira	Bsaj	Gru	Jur	Map	Mar	Mrb	Msb	Psu	Sjb
Bsaj		x	x	x	x	x	x	x	X
Gru					x				X
Jur					x				X
Map					x		x		X
Mar						x		x	
Mrb									X
Msb									
Psu									X
Sjb									

Legenda: Teste de Kruskal-Wallis para  $p < 0,05$ . O x indica diferenças significativas entre duas áreas. Barra de São João (Bsaj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

### 2.3.6 Solo desnudo

A percentagem de solo desnudo (Figura 24) está diretamente relacionada com as percentagens de cobertura vegetal e de serrapilheira. As maiores percentagens de solo desnudo foram em São João da Barra com média de 92,53%, Maricá (91,82%) e Massambaba (87,08%). Grumari teve a maior variabilidade e média de 47,98% e Barra de São João (16,86%) a menor percentagem. As demais áreas, Jurubatiba (74,21%), Marambaia (70,33%), Praia do Sul (66,93%) e Marapendi (55,27%) tiveram percentagens médias intermediárias.

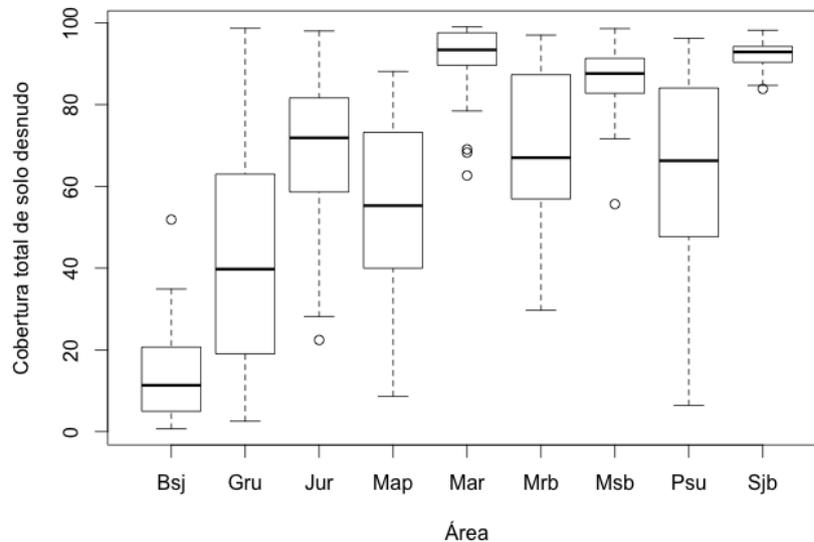


Figura 24 - Distribuição das percentagens de solo desnudo nas nove áreas amostradas.  
 Legenda: Barra de São João (Bsj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

As áreas amostrais demonstraram diferenças na percentagem de solo desnudo (Tabela 5), principalmente Barra de São João que diferiu de todas as demais. São João da Barra foi diferente de seis áreas, por causa da baixa cobertura vegetal e de serrapilheira, estando este solo mais desprotegido e mais propenso à lixiviação de nutrientes e água. Maricá e Massambaba são áreas com uma baixa cobertura vegetal e de serrapilheira, e, portanto foram diferentes de seis e quatro outras áreas, respectivamente. Grumari diferiu de cinco áreas, Marapendi, Marambaia e Praia do Sul de quatro áreas, enquanto Jurubatiba foi diferente de três áreas.

Tabela 5 - Quadro comparativo das diferenças de solo desnudo entre as áreas.

Solo desnudo	Bsj	Gru	Jur	Map	Mar	Mrb	Msb	Psu	Sjb
Bsj		x	x	x	x	x	x	x	x
Gru					x	x	x		x
Jur					x				x
Map					x		x		x
Mar						x		x	
Mrb									x
Msb								x	
Psu									x
Sjb									

Legenda: Teste de Kruskal-Wallis para  $p < 0,05$ . O x indica diferenças significativas entre duas áreas. Barra de São João (Bsj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

### 2.3.7 Salinidade

Para a salinidade da água do mar (Figura 25) houve uma maior variabilidade em Massambaba, Jurubatiba e Maricá. Entretanto, não houve diferenças significativas entre as áreas amostrais.

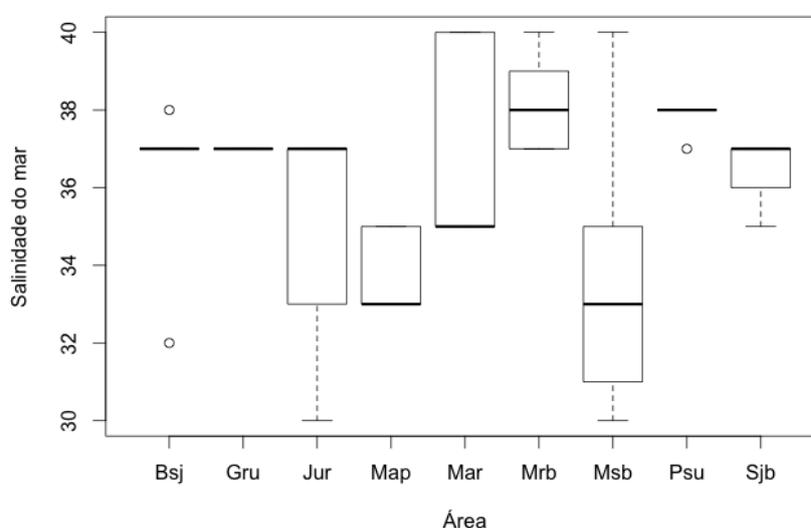


Figura 25 – Distribuição das percentagens de salinidade da água do mar nas nove áreas amostradas.

Legenda: Barra de São João (Bsj), Grumari (Gru), Jurubatiba (Jur), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Marambaia (Mrb), Massambaba (Msb), Praia do Sul (Psu), São João da Barra (Sjb).

## 2.4 Discussão

A relação espécies-área (Arrhenius 1921; Gleason 1922) é representativa para muitas comunidades vegetais. Entretanto, Araujo & Maciel (1998) afirmam que esta relação não é aplicável em restingas, pois nem sempre áreas maiores apresentam maior número de espécies. Assim é também para a vegetação halófila-psamófila, considerando como tamanho em extensão perpendicular ao mar das áreas de restinga os comprimentos dos transectos. Para a diversidade de espécies, apesar de não haver diferença entre as variâncias dos transectos inferiores e superiores a 100 m, as médias foram diferentes, o que reflete a influência do comprimento do transecto sobre a diversidade da vegetação. Portanto, as áreas com os maiores comprimentos de transectos (Maricá e São João da Barra) não apresentaram maior diversidade, enquanto áreas menores (e.g., Praia do Sul, Barra de São João, Grumari) tiveram uma maior diversidade. Para a riqueza, as variâncias e as médias foram diferentes nos transectos inferiores e superiores a 100 m, seguindo padrão similar da diversidade, diferentemente do esperado, onde as áreas maiores têm menor riqueza de espécies, e áreas menores mostraram uma maior riqueza. Portanto, o tamanho da área não está relacionado com a diversidade e a riqueza de espécies, em que nas grandes áreas perpendiculares ao mar não há uma maior diversidade ou riqueza comparada com as pequenas áreas.

A compreensão de gradientes físicos é importante para a interpretação dos padrões de distribuição das comunidades (Martins *et al.* 2011). Segundo Pammenter (1984), Benito *et al.* (1989), Pereira (1990), Pereira *et al.* (1992), Cordeiro (2005); Bohrer *et al.* (2009), a vegetação halófila-psamófila geralmente apresenta um aumento da riqueza de espécies com o distanciamento do mar. Assim, ao longo de um gradiente da costa para o interior, as mudanças ambientais (solo, nutrientes, microclima) favorecem o estabelecimento de diversas espécies, onde a riqueza e a diversidade de espécies são variadas (Peyrat & Fichtner 2011). Nas áreas analisadas não ocorre este padrão nem com a riqueza, nem com a diversidade, ou seja, não há um incremento no número de espécies com o afastamento do mar. Uma vez que, a simples redução dos fatores abióticos (salinidade, ventos, ondas, nutrientes) e a possibilidade de instalação de um número maior de espécies menos tolerantes ao longo do gradiente ambiental não é aplicado para a vegetação halófila-psamófila analisada. Todavia, a taxa de nutrientes é maior nas zonas mais próximas do mar, pois a entrada neste ecossistema é principalmente por deposição atmosférica, através da salsugem (Hay & Lacerda 1984), consistindo no principal agente da zonação (Alegro *et al.* 2004) que juntamente à

movimentação da areia, segundo Monserrat *et al.* (2012), determinam a diversidade vegetal. Já a salinidade diminui na zona de transição entre a vegetação halófila-psamófila e a fitofisionomia seguinte, sendo frequente o aumento da proporção de espécies típicas da próxima fitofisionomia (Nebbia & Zalba 2007).

Os limites de uma comunidade vegetal estão relacionados com as mudanças nas abundâncias das espécies dominantes (Gurevitch *et al.* 2009), onde a distribuição de cada espécie termina de forma gradual (Begon *et al.* 2007), por isso, ao considerarmos esta vegetação, distinguimos visualmente esta zona de transição para não haver amostragem devido a esta mudança na composição de espécies. Ao amostrar esta zona pode haver um incremento da riqueza e diversidade, mas a mesma não corresponde à vegetação halófila-psamófila.

A comparação par a par das áreas mostrou que existem diferenças da riqueza e da diversidade, quando comparados os 40 transectos de cada área, apesar de apresentarem certa similaridade florística, não havendo uma homogeneidade da vegetação ao longo do litoral. O mesmo foi registrado para a costa Sul Báltica (Peyrat & Fichtner 2011). A diferença entre as áreas foi maior para a riqueza. Massambaba apresentou pequena variação e baixa riqueza nos transectos, à medida que Jurubatiba e Praia do Sul tiveram uma grande variação e maior riqueza entre todas as áreas. Estas diferenças estão relacionadas à composição florística e a distribuição espacial das espécies. Entretanto, em São João da Barra, a área mais pobre em espécies, foi encontrado um número frequente de espécies por parcela, e por isso, diferiu bastante das demais em consequência da amostragem quase constante do mesmo número de espécies no levantamento estrutural da vegetação. A variação da mediana nas áreas foi de quatro a sete espécies/parcela, portanto, áreas com uma maior riqueza específica não estão relacionadas com a ocorrência agregada das espécies, não apresentando um único padrão nas áreas.

Quanto à diversidade, Maricá e Jurubatiba são as áreas mais heterogêneas. Maricá apresenta uma distinta divisão das comunidades halófila e psamófila (Silva & Oliveira 1989), onde há um maior adensamento das espécies no início da vegetação, até cerca dos 30 m, que corresponde a comunidade halófila, seguida da psamófila mais esparsa, com as espécies ocorrendo de forma isolada até os 185 m. Jurubatiba, em contrapartida, apresenta uma variedade de situações nos padrões de distribuição das espécies, podendo haver uma clara distinção das comunidades halófila e psamófila em determinados trechos, que devido à forte influência marinha e a suave inclinação topográfica em direção ao mar (Almeida & Araujo 1997) ocasiona distúrbios na vegetação, por vezes, levando toda a comunidade halófila,

deixando apenas uma íngreme escarpa após a praia com alguns indivíduos. Enquanto Barra de São João, com uma vegetação distribuída de forma agregada, e São João da Barra, com uma distribuição mais esparsa, são as áreas mais homogêneas, não havendo muita variação da diversidade nos transectos. Esta variação da composição de espécies ao longo da costa e a elevada diversidade ecológica em termos de heterogeneidade de habitats, também foram registradas para os ecossistemas dunais da Europa (Peyrat & Fichtner 2011).

Braak & Prentice (1988) ressaltam que a distribuição das espécies é limitada pelos habitats, e que suas abundâncias são dependentes das condições ambientais ótimas para o estabelecimento e permanência, conseqüentemente havendo mudanças na composição ao longo de gradientes. Segundo Doing (1985), algumas espécies de dunas frontais têm bem definido sua preferência por uma determinada zona, enquanto outras ocorrem igualmente em várias áreas, tendendo a mudar de uma zona para outra. Neste estudo o gradiente físico é expresso pelo distanciamento do mar, em que algumas espécies estão restritas à proximidade da praia, enquanto outras estão distribuídas ao longo do gradiente ambiental, de acordo com Thomaz (1991) e Pereira *et al.* (1992). Segundo Cordeiro (2005), este distanciamento do mar parece ser o maior responsável pela distribuição e zonação da vegetação. Este gradiente ambiental também pode ser expresso por fatores ambientais resultantes da presença do mar (e.g., salinidade, velocidade do vento), mas também pelo gradiente temporal relativo à idade do substrato arenoso (Araujo & Pereira 2009).

Para a vegetação halófila-psamófila, cada espécie possui uma amplitude de distribuição espacial, algumas mais restritas ao início da vegetação, correspondendo à zona dos primeiros 20 metros, sujeitas as intempéries marítimas, ventos, instabilidade do substrato arenoso e alta salinidade (*Allagoptera arenaria*, *Alternanthera maritima*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Cassytha filiformis*, *Cereus fernambucensis*, *Cyrtocymura scorpioides*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Ipomoea pes-caprae*, *Schinus terebinthifolia*, *Sophora tomentosa*, *Stenotaphrum secundatum*), demonstrando sua alta capacidade de resistência às condições ambientais mais extremas. Entretanto, com a ameaça da subida do nível do mar, e conseqüente aumento da erosão costeira, haverá perda de habitats e estreitamento da faixa ocupada por esta vegetação (Feagin *et al.* 2005), onde estas espécies serão as mais fortemente afetadas. Apesar de *A. arenaria*, *S. terebinthifolia* e *S. tomentosa* serem espécies típicas de outras formações vegetais, quando ocorrem na vegetação halófila-psamófila estão nesta zona. Classificou-se, portanto, estas espécies estabelecidas em áreas específicas, com distribuição restrita e uma peculiaridade na ocupação do espaço como especialistas. Estas são eficazes na ocupação de determinada zona da vegetação, não sendo necessariamente eficientes em outra

zona (Teixeira-Filho *et al.* 1994), tolerantes a alta salinidade e constante ação das marés (Silva & Sommer 1984a; Sá 1992) e movimentação de areia. São poucas as espécies altamente especializadas na colonização e estabilização do solo (Peyrat & Fichtner 2011), onde aqui se destacam *A. maritima*, *B. portulacoides*, *C. rosea* e *I. pes-caprae* como as espécies mais frequentes e abundantes nesta zona, principalmente no início da vegetação, consideradas importantes na retenção de sedimentos e fixação das dunas litorâneas, compondo tipicamente a comunidade halófila, que segundo Harvey & Caton (2010) atua como uma defesa natural mitigando a erosão costeira.

Outras espécies são mais amplamente distribuídas (e.g., *Chamaecrista flexuosa*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Ipomoea imperati*, *Mollugo verticillata*, *Panicum racemosum*, *Paspalum maritimum*, *Remirea maritima*, *Sporobolus virginicus*), o que representa uma grande amplitude de tolerância ao longo do gradiente ambiental, sendo, portanto consideradas generalistas. Apesar da baixa frequência de *C. flexuosa*, a espécie teve ocorrência no início da vegetação e aos 150 metros de distância do mar, assim como *P. maritimum*, embora com uma frequência um pouco maior.

Na Praia do Sul e Barra de São João, as espécies típicas da comunidade halófila, *A. maritima*, *B. portulacoides*, *C. rosea* e *I. pes-caprae*, ocorrem até o final da vegetação halófila-psamófila, possivelmente devido ao pequeno tamanho da área perpendicular ao mar, com média de 10 m. Nestas áreas não há uma distinção clara das formações halófila e psamófila, pois nem sempre é possível distinguir (Almeida & Araujo 1997; Menezes & Araujo 1999) e quando existe é devido ao fato da composição florística de cada comunidade apresentar espécies características (Araujo & Henriques 1984; Pereira 1990; Almeida & Araujo 1997). Enquanto em São João da Barra, com uma extensão média de 150 m, *A. maritima* foi amostrada dos 70 aos 100 m, limitando sua distribuição a esta faixa. Em Maricá com até 185 m, *I. imperati* ocorreu somente até os 80 m, e *R. maritima* teve apenas um único indivíduo amostrado em Barra de São João, assim como *I. pes-caprae* em São João da Barra.

Embora o primeiro eixo da PCA tenha explicado somente 22,15% da variação da distribuição, as 20 espécies foram separadas em oito especialistas e 12 generalistas, assim como já havia sido demonstrado através dos gráficos de cobertura vegetal média em função da distância do mar (m). Das nove áreas, São João da Barra foi mais relacionado com as espécies mais amplamente distribuídas, porque das oito espécies amostradas, seis são generalistas. Grumari foi mais relacionada à distribuição mais restrita das espécies, devido à presença de 12 especialistas do total de 18 espécies. Enquanto Barra de São João foi a mais diferente das áreas, devido possivelmente a quase totalidade de sua composição por espécies

especialistas. Esta área tem uma pequena extensão perpendicularmente ao mar, com média de 9,72 m, em que as espécies ocorrem de forma aglomerada, contribuindo para as altas percentagens de cobertura vegetal, distinguível das demais áreas. Çakan *et al.* (2011) relacionou a variação espacial da vegetação de dunas costeiras da Turquia com a distância geográfica a partir da costa, que neste estudo ficou evidenciado pela característica zonação da vegetação halófila-psamófila ao longo do gradiente físico de distanciamento do mar, com espécies de restrita ou ampla distribuição, havendo em algumas áreas distinção visual destas duas formações vegetais.

Esta zonação na vegetação halófila-psamófila não constitui uma série sucessional, em que um grupo de espécies dará origem a outro grupo, e sim uma sobreposição das distribuições espaciais (Henriques *et al.* 1984). Estes padrões de distribuição espacial dependem dos fatores ambientais e das interações entre as plantas (Martins *et al.* 2011). Nas restingas, onde a sobrevivência é dificultada pelas condições climáticas (Henriques *et al.* 1986), as espécies vegetais estão sujeitas a grande flutuação na disponibilidade de água, devido ao solo arenoso, e uma baixa disponibilidade de nutrientes (Mattos *et al.* 2004). Estas diferenças atuam seletivamente sobre as espécies, limitando o seu estabelecimento (Magnago *et al.* 2011).

As espécies apresentam variadas estratégias ao soterramento, jateamento abrasivo da areia, níveis elevados de salinidade e de temperaturas na superfície do solo. Algumas espécies possuem longos sistemas radiculares (rizomas e estolões) que permitem a fixação no substrato arenoso, a propagação vegetativa, e uma maior superfície de contato com o solo oligotrófico para exploração de nutrientes e água (Harvey & Caton 2010); estruturas anatômicas foliares especializadas na minimização das condições ambientais (e.g., alta luminosidade, temperatura e salinidade), observados por Arruda *et al.* (2009) para algumas espécies, como a presença de cutícula, tricomas, estômatos protegidos, tecidos aquíferos, características relacionadas a economia de água e que favorecem a permanência no ambiente costeiro; sistemas reprodutivos também são importantes, pois a propagação vegetativa e dispersão de sementes através dos fatores abióticos, é responsável pela dispersão eficiente das espécies e rápida regeneração após perturbação.

Portanto, a distribuição espacial destas espécies, nas mais diferentes áreas, é caracterizada pela zonação, com espécies restritas ou amplamente distribuídas, gerando zonas de ocorrência que se diferenciam com o distanciamento do mar e a minimização dos fatores abióticos, o que já foi observado por outros autores (e.g., Dansereau 1947; Magnanini 1954; Pfenhauer 1978; Araujo & Henriques 1984; Franco *et al.* 1984; Henriques *et al.* 1984; Silva

& Somner 1984a, 1984b; Henriques *et al.* 1986; Pereira 1990; Thomaz 1991; Pereira *et al.* 1992; Teixeira-Filho *et al.* 1994; Almeida & Araujo 1997; Cordeiro 2005).

Através das curvas do ranking de abundância, podemos perceber uma similaridade entre as áreas analisadas, onde algumas espécies apresentam grande abundância e a maioria das espécies apresenta abundância muito pequena. O modelo que melhor representa a vegetação halófila-psamófila é o de série logarítmica de Fisher *et al.* (1943), independente da diversidade ou riqueza de espécies, consistindo de comunidades relativamente simples e estabelecidas em um ambiente relativamente restritivo. Este modelo de distribuição de abundância das espécies indica padrões mais complexos de sobreposição de nicho e uniformidades intermediárias em que a maioria das espécies é rara (Barros 2007). Desta forma, vindo a reforçar o padrão de raridade de ocorrência das espécies halófila-psamófilas neste litoral (ver capítulo 1).

A percentagem de cobertura vegetal total apresentou variações e diferenças entre as áreas analisadas, com uma distribuição espacial das espécies mais adensada ou mais esparsa. Estas diferenças foram muito significativas para Barra de São João e São João da Barra, as quais possuem uma vegetação altamente adensada na primeira, e muito esparsa na segunda. Estas características distinguiram estas duas áreas das demais, em função da distribuição agregada ou isolada das populações vegetais. Grumari também teve diferenças com outras seis áreas, principalmente devido à grande variabilidade da cobertura, possivelmente devido às alterações pelo pisoteio, acessos à praia e o intenso fluxo de banhistas, o que gera trechos da vegetação mais impactados e outros menos, variando desta forma a cobertura vegetal. Enquanto Maricá e Massambaba apresentaram uma vegetação muito rarefeita, sendo diferentes de seis e cinco áreas, respectivamente.

Em vários lugares do mundo, os grandes esforços são para reverter os processos de degradação e auxiliar na estabilização das dunas costeiras com o incremento da cobertura vegetal, particularmente das dunas frontais (Kutiel *et al.* 2004). A cobertura vegetal, assim como as taxas de crescimento, são maiores na zona próxima do mar, onde ocorrem as halófilas, diminuindo na zona de ocorrência das psamófilas, provavelmente devido ao gradiente nutricional que reduz em direção ao interior (Hay & Lacerda 1978). O maior grau de estabilização das dunas nas áreas de ocorrência das psamófilas (e.g., Maricá, São João da Barra) nem sempre resulta em maior cobertura vegetal ou aumento da riqueza de espécies, contrariamente ao encontrado por Zuo *et al.* (2012) no norte da China. As áreas amostrais com menor cobertura vegetal e distribuídas de forma mais esparsa, são mais propensas às perturbações de origem eólica ou marinha, uma vez que a vegetação influencia diretamente na

fixação e estabilização das dunas. Em dunas costeiras da África do Sul, Pammenter (1984) observou um aumento da biomassa vegetal com o distanciamento do mar, diferente deste estudo. Algumas espécies halófilas (e.g. *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea*) apresentam grandes áreas foliares e ramificados e entrelaçados sistemas subterrâneos e aéreos, enquanto a maioria das espécies apresenta superfícies foliares reduzidas como forma de minimizar a evapotranspiração. Apesar da predominância de espécies herbáceas, a ocorrência de subarbustos é normal nesta vegetação (e.g. *S. terebinthifolia* e *S. tomentosa*) e da palmeira *A. arenaria*, que contribuem com uma maior área de cobertura vegetal.

Em solos arenosos pobres em nutrientes, a matéria orgânica é de grande importância (Ramos & Pellens 1994), contribuindo também com o aumento da umidade do solo (Peyrat & Fichtner 2011), o que demonstra que a vegetação é o principal responsável pela retenção de nutrientes e minimização da lixiviação no solo através da produção e lenta decomposição da serrapilheira (Hay & Lacerda 1984). Dentre as áreas, Barra de São João foi a mais distinta, diferente de todas as demais por apresentar uma cobertura vegetal adensada, e conseqüentemente alta percentagem de serrapilheira. São João da Barra também foi muito distinto, diferente de seis outras áreas, porém a vegetação é caracteristicamente esparsa, e com baixa percentagem de serrapilheira, condizente com a baixa cobertura vegetal. Em Maricá, apesar da comunidade halófila adensada na região pós-praia, a comunidade psamófila é extensa e as espécies estão distribuídas muito espaçadamente, o que ocasionou uma baixa da percentagem média da serrapilheira, diferindo de outras seis áreas. Já em Massambaba, a percentagem de serrapilheira variou de 0,33% a 24,67%, o que é característico da distribuição das espécies nesta área. Portanto, as percentagens de matéria orgânica no substrato arenoso estão inteiramente relacionadas com a percentagem de cobertura da vegetação, o que fica evidenciado com Barra de São João e São João da Barra. Entretanto, Grumari teve uma baixa percentagem de serrapilheira (8,48%), ainda que uma alta cobertura, porém esta é muito variada dentro das parcelas.

As diferenças entre áreas quanto à percentagem de solo desnudo foram significativas. A alta cobertura vegetal e de serrapilheira foram os fatores que diferiram Barra de São João das demais, enquanto que, a baixa cobertura vegetal e de serrapilheira de São João da Barra resultaram na diferença desta área com outras seis. A maior percentagem de solo desnudo possibilita uma maior lixiviação dos nutrientes, devido a uma vegetação mais dispersa com espécies distribuídas de forma mais isolada. Áreas com maior percentagem de cobertura vegetal e de serrapilheira (e.g. Barra de São João), viabilizam um incremento de biomassa ao substrato arenoso, que mesmo com processos lentos de decomposição, são de fundamental

importância nestes solos oligotróficos. A percentagem de serrapilheira, que constitui a matéria orgânica oriunda da própria vegetação (folhas, flores, galhos secos, sementes e frutos), assim como a percentagem de solo desnudo nas áreas é associada com a cobertura vegetal.

Thomaz (1991), estudando a vegetação halófila-psamófila do Estado do Espírito Santo, registrou uma redução da riqueza de espécies em uma das áreas, devido possivelmente a baixa salinidade da água do mar. A concentração de sal é um fator-chave nos solos, o que determina a cobertura vegetal e o domínio particular de espécies de plantas tolerantes às condições salinas (Füzy *et al.* 2008). Entretanto, neste estudo, a salinidade da água do mar, a qual é responsável pela deposição de sais sobre os solos arenosos, não teve diferença significativa entre as áreas, não sendo relacionada com aumento ou diminuição da riqueza de espécies, devendo haver outros fatores ambientais mais fortemente relacionados. Todavia, a medição da salinidade da água do mar pode não refletir o acúmulo de sais no solo, havendo assim uma necessidade de uma análise físico-química destes solos.

## 2.5 Conclusão

Nas análises deste estudo, contrariamente ao exposto em estudos anteriores, pode concluir que a diversidade de espécies não apresenta um aumento com o distanciamento do mar, tampouco, a riqueza foi maior nas áreas de maior tamanho perpendicular ao mar. Isto demonstra a particularidade da vegetação halófila-psamófila do Estado do Rio de Janeiro em termos de composição florística e padrão de distribuição das espécies.

A zonação, expressa pela distribuição espacial das espécies em relação ao distanciamento do mar, foi comprovada, o que melhora a compreensão estrutural desta vegetação, e fornece informações importantes para o gerenciamento eficiente destas áreas, principalmente relacionados às pressões antrópicas.

Dos fatores ambientais analisados neste estudo, não foram incluídos dados climáticos e variáveis do solo, fazendo necessário novos estudos para compreender as relações e influências existentes destes fatores com a vegetação, o que poderia ser útil nos processos de restauração de áreas suprimidas ou impactadas.

## REFERÊNCIAS

- ALEGRO, A.; BILJAKOVIC, M.; BOGDANOVIC, S.; BORSIC, I. 2004. Psammohalophytic vegetation on the largest sand area on Croatian coast: the island of Mljet, southern Adriatic. **Biologia Bratislava**, 59: 435-445.
- ALMEIDA, A.L.; ARAUJO, D.S.D. 1997. Comunidades vegetais do cordão arenoso externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. **Oecologia Brasiliensis**, 3: 47-63.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 161: 105-121.
- ARAUJO, D.S.D.; HENRIQUES, R.P.B. 1984. Análise florística das restingas do Estado do Rio Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 159-193.
- ARAUJO, D.S.D.; MACIEL, N.C. 1998. Restingas fluminenses: biodiversidade e preservação. **Boletim da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza**, 25: 27-51.
- ARAUJO, D.S.D.; PEREIRA, M.C.A.; PIMENTEL, M.C.P. 2004. Flora e estrutura de comunidades na Restinga de Jurubatiba - síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a formação aberta de *Clusia*. In: ROCHA, C.F.D.; ESTEVES, F.A.; SCARANO, F.R. (orgs.). **Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação**. São Carlos: RiMa, p. 59-76.
- ARAUJO, D.S.D.; PEREIRA, M.C.A. 2009. Sandy Coastal Vegetation. In: SCARANO, F.R.; LUTTGE, U. (org.). **Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Tropical Biology and Natural Resources; Tropical Botany**. Oxford: EOLSS Publishers UNESCO-EOLSS.
- ARAÚJO, R.; HONRADO, J.; GRANJA, H.M.; PINHO, S.N., CALDAS, F.B. 2002. Vegetation complexes of coastal sand dunes as an evaluation instrument of geomorphologic changes in the coastline. In: **Proceedings of Littoral, the Changing Coast** (Porto, Portugal), p. 337-339.
- ARRHENIUS, O. 1921. Species and area. **Journal of Ecology**, 9: 95-99.
- ARRUDA, R.C.O.; VIGLIO, N.S.F.; BARROS, A.A.M. 2009. Anatomia foliar de halófitas e psamófilas reptantes ocorrentes na Restinga de Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, 60: 333-352.
- BARROS, R.S.M. 2007. **Medidas de Diversidade Biológica**. Programa de Pós Graduação em Ecologia – Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/ecologia/files/2009/11/Estagio\\_docencia\\_Ronald1.pdf](http://www.ufjf.br/ecologia/files/2009/11/Estagio_docencia_Ronald1.pdf)>. Acesso em: 24 de novembro de 2012.
- BEDUSCHI, T.; CASTELLANI, T.T. 2008. Estrutura populacional de *Clusia criuva* Cambess. (Clusiaceae) e relação espacial com espécies de bromélias no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. **Biotemas**, 21: 41-50.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. 2007. **Ecologia**: de Indivíduos a Ecossistemas, 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 740 p.

BENITO, I.; ONAINDIA, M.; MARTÍNEZ, E. 1989. Estudio comparativo de las comunidades vegetales en dos playas de la costa vasca. **Mediterránea Serie Biológica**, 11: 133-144.

BOHRER, C.B.A.; DANTAS, H.G.R.; CRONEMBERGER, F.M.; VICENS, R.S.; ANDRADE, S.F. 2009. Mapeamento da vegetação e do uso do solo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, 60: 1-23.

BRAAK, C.J.F.; PRENTICE, I.C. 1988. A theory of gradient analysis. **Advances in Ecological Research**, 18: 271-317.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H.; VONENDE, C.N. 1998. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**, 4<sup>a</sup> ed. Boston: McGraw-Hill, 237 p.

ÇAKAN, H.; YILMAZ, K.T.; ALPHAN, H.; ÜNLÜKAPLAN, Y. 2011. The classification and assessment of vegetation for monitoring coastal sand dune succession: the case of Tuzla in Adana, Turkey. **Turkish Journal of Botany**, 35: 697-711.

CORDEIRO, S.Z. 2005. Composição e distribuição da vegetação herbácea em três áreas com fisionomias distintas na Praia do Peró, Cabo Frio, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 19: 679-693.

CHAKRABORTY, T.; MONDAL, A.K.; PARUI, S.M. 2012. Studies on the prospects and some problems of sand dune vegetation at the fragile coastal zones of West Bengal and Orissa, in Eastern India. **African Journal of Plant Science**, 6: 48-56.

DANSEREAU, P. 1947. Distribuição de zonas e sucessão na Restinga do Rio de Janeiro. **Boletim Geográfico**, 60: 1431-1443.

DOING, H. 1985. Coastal fore-dune zonation and succession in various parts of the world. **Vegetatio**, 61: 65-75.

FEAGIN, R.A.; SHERMAN, D.J.; GRANT, W.E. 2005. Coastal erosion, global sea-level rise, and the loss of sand dune plant habitats. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 3: 359-364.

FISHER, R.A.; CORBERT, A.S.; WILLIAMS, C.B. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. **Journal of Animal Ecology**, 12: 42-58.

FRANCO, A.C.; VALERIANO, D.M.; SANTOS, F.M.; HAY, J.D.; HENRIQUES, R.P.B.; MEDEIROS, R.A. 1984. Os microclimas das zonas de vegetação da praia da Restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas**: Origem, Estrutura, Processos. Niterói: CEUFF, p. 413-423.

- FÜZÜ, A.; TÓTH, T.; BIRÓ, B. 2008. Soil-plant factors, others than the type of salt-specific anions are affecting the mycorrhiza colonisation of some halophytes. **Community Ecology**, 9: 125-130.
- GLEASON, H.A. 1922. On the relation between species and area. **Ecology**, 3: 158-162.
- GIRAUDOUX, P. 2012. **pgirmess**: Data Analysis in Ecology. R package version 1.5.4. <http://CRAN.R-project.org/package=pgirmess>.
- GUREVITCH, J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G.A. 2009. **Ecologia Vegetal**, 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 592 p.
- HARVEY, N.; CATON, B. 2010. **Coastal Management in Australia**. South Australia: University of Adelaide Press, 342 p.
- HAY, J.D.; LACERDA, L.D. 1984. Ciclagem de nutrientes no ecossistema de restinga. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 459-475.
- HAY, J.D.; LACERDA, L.D. 1978. Um estudo ecológico da Restinga de Barra de Maricá, RJ. III. Importância de *Sporobolus virginicus* Kunth. na zona da praia. **Ciência e Cultura**, 30: 352.
- HENRIQUES, R.P.B.; MEIRELLES, M.L.; HAY, J.D. 1984. Ordenação e distribuição de espécies das comunidades vegetais na praia da Restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, 7: 27-36.
- HENRIQUES, R.P.B.; ARAUJO, D.S.D.; HAY, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da Restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, 9: 173-189.
- KINDT, R.; COE, R. 2005. **Tree Diversity Analysis**. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. Nairobi: World Agroforestry Centre (ICRAF).
- KUTIEL, P.; COHEN, O.; SHOSHANY, M.; SHUB, M. 2004. Vegetation establishment on the southern Israeli coastal sand dunes between the years 1965 and 1999. **Landscape and Urban Planning**, 67: 141-156.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. 1998. **Numerical Ecology**. Developments in Environmental Modelling, 20. New York: Elsevier, 853 p.
- MAGNAGO, L.F.S.; MARTINS, S.V.; PEREIRA, O.J. 2011. Heterogeneidade florística das fitocenoses de restingas nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, 35: 245-254.
- MAGNANINI, A. 1954. Contribuição ao estudo das zonas de vegetação da Praia de Sernambetiba, D.F., Brasil. **Arquivos do Serviço Florestal**, 8: 147-232.

MAGURRAN, A.E. 1988. **Ecological Diversity and its Measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 179 p.

MARTINS, M.; PEREIRA, M.D.; GUTIERRES, F.; CARLOS NETO.; COSTA, J.C. 2011. New insights on the psammophilic gradient applying a multidisciplinary biogeochemical based approach - a case study in the Mediterranean Region of the Portuguese coast. In: **Abstracts of the European Geosciences Union General Assembly**. Geophysical Research Abstracts 13, Vienna.

MATTOS, E.A.; BRAZ, M.I.G.; CAVALIN, P.O.; ROSADO, B.H.P.; GOMES, J.M.; MARTINS, L.S.T.; ARRUDA, R.C.O. 2004. Variação espacial e temporal em parâmetros fisioecológicos de plantas. In: ROCHA, C.F.D.; ESTEVES, F.A.; SCARANO, F.R. (orgs.). **Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba**: Ecologia, História Natural e Conservação. São Carlos: RiMa, p. 99-116.

MENEZES, L.F.T.; ARAUJO, D.S.D. 1999. Estrutura de duas formações vegetais do cordão externo da Restinga de Marambaia, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, 13: 223-235.

MONSERRAT, A.L.; CELSI, C.; FONTANA, S.L. 2012. Coastal dune vegetation of the southern Pampas (Buenos Aires, Argentina) and its value for conservation. **Journal of Coastal Research**, 28: 23-35.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. 1974. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 547 p.

MÜLLER-HOHENSTEIN, K. 1992. Las dunas como ecosistemas: experiencias en Europa, Arabia y Africa. **Bosque**, 13: 9-21.

NEBBIA, A.J.; ZALBA, S.M. 2007. Comunidades halófilas de la costa de la Bahía Blanca (Argentina): caracterización, mapeo y cambios durante los últimos cincuenta años. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, 42: 261 - 271

PFADENHAUER, J. 1978. Contribuição ao conhecimento da vegetação e de suas condições de crescimento nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, 38: 827-836.

PAMMENTER, N.W. 1984. Ecological and physiological aspects of plant communities of the sand dunes of the east coast of southern Africa. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas**: Origem, Estrutura, Processos. Niterói: CEUFF, p. 425-440.

PEREIRA, O.J. 1990. Caracterização fitofisionômica da Restinga de Setiba - Guarapari - Espírito Santo. In: **II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira - Estrutura, Função e Manejo**, vol. 3. Águas de Lindóia: Publicações ACIESP, p. 207-219.

PEREIRA, O.J.; THOMAZ, L.D.; ARAUJO, D.S.D. 1992. Fitossociologia da vegetação de ante dunas da Restinga de Setiba/Guarapari e em Interlagos/Vila Velha, ES. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, (N.Sér.) 1: 65-75.

PEREIRA, M.C.A.; CORDEIRO, S.Z.; ARAUJO, D.S.D. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 18: 677-687.

PEYRAT, J.; FICHTNER, A. 2011. Plant species diversity in dry coastal dunes of the southern Baltic coast. **Community Ecology**, 12: 220-226.

RAMOS, M.C.L.; PELLENS, R. 1994. Produção de serrapilheira em ecossistema de restinga em Maricá - Rio de Janeiro. In: **Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira - Subsídios a um Gerenciamento Ambiental**, vol. 3. Serra Negra: Publicações ACIESP, p. 89-98.

R CORE TEAM. 2012. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

SÁ, C.F.C. 1992. A vegetação da Restinga de Ipitangas, Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema (RJ): fisionomia e listagem de angiospermas. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 31: 87-102.

SILVA, J.G.; SOMNER, G.V. 1984a. Restinga da Barra de Maricá, Rio de Janeiro - levantamento preliminar da flora. In: **Anais do 34º Congresso Nacional de Botânica**, vol. 2 - Comunicações. Porto Alegre, p. 351-365.

SILVA, J.G.; SOMNER, G.V. 1984b. A vegetação de restinga na Barra de Maricá, RJ. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 217-225.

SILVA, J.G.; OLIVEIRA, A.S. 1989. A vegetação de restinga no município de Maricá - RJ. **Acta Botanica Brasilica**, 3: 253-272.

SOARES, J.J. 1984. Levantamento fitossociológico de uma faixa litorânea do Rio Grande do Sul entre Tramandaí e Praia do Barco. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, p. 381-394.

TEIXEIRA-FILHO, P.F.; RIBAS, S.C.; ROCHA, C.F.D.; ZEE, D.M.W. 1994. Estrutura e organização espacial de vegetação de praia de restinga: uma avaliação da vegetação original remanescente na Reserva Biológica da Barra da Tijuca. In: **I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro: UFRJ, p. 47-49.

THE PLANT LIST. 2010. **Version 1**. Published on the Internet. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org>>. Acesso em: 05 de outubro de 2012.

THOMAZ, L.D. 1991. **Distribuição e diversidade de espécies na vegetação halófila-psamófila no litoral do Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado. Rio Claro: UNESP, 143 p.

ZUO, X.; ZHAO, X.; WANG, S.; LI, Y.; LIAN, J.; ZHOU, X. 2012. Influence of dune stabilization on relationship between plant diversity and productivity in Horqin Sand Land, Northern China. **Environmental Earth Sciences**, 67: 1547-1556.

## APÊNDICES

APÊNDICE A - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação halófila-psamófila da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Ilha Grande - Angra dos Reis, RJ.

Espécie	NP	FA	FR	CA	CR	VI
<i>Sporobolus virginicus</i>	81	67,50	16,20	315	16,29	32,49
<i>Remirea maritima</i>	82	68,33	16,40	181	9,36	25,76
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	41	34,17	8,20	337	17,43	25,62
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	59	49,17	11,80	244	12,62	24,42
<i>Blutaparon portulacoides</i>	41	34,17	8,20	209	10,81	19,01
<i>Ipomoea imperati</i>	61	50,83	12,20	111	5,74	17,94
<i>Cassytha filiformis</i>	24	20,00	4,80	223	11,53	16,33
<i>Panicum racemosum</i>	37	30,83	7,40	55	2,84	10,24
<i>Alternanthera maritima</i>	14	11,67	2,80	47	2,43	5,23
<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	5	4,17	1,00	56	2,90	3,90
<i>Cereus fernambucensis</i>	9	7,50	1,80	39	2,02	3,82
<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	11	9,17	2,20	28	1,45	3,65
<i>Microstachys corniculata</i>	10	8,33	2,00	16	0,83	2,83
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	8	6,67	1,60	14	0,72	2,32
<i>Passiflora mucronata</i>	3	2,50	0,60	23	1,19	1,79
<i>Canavalia rosea</i>	3	2,50	0,60	17	0,88	1,48
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	5	4,17	1,00	5	0,26	1,26
<i>Stigmaphyllon arenicola</i>	1	0,83	0,20	5	0,26	0,46
<i>Sophora tomentosa</i>	1	0,83	0,20	4	0,21	0,41
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1	0,83	0,20	2	0,10	0,30
<i>Indet 3</i>	1	0,83	0,20	1	0,05	0,25
<i>Indet 5</i>	1	0,83	0,20	1	0,05	0,25
<i>Terminalia catappa</i>	1	0,83	0,20	1	0,05	0,25
Total	500	416,67	100,00	1934	100,00	200,00

Legenda: NP = número de ocorrência das espécies nas parcelas; FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CA = somatório da cobertura vegetal; CR = cobertura vegetal relativa (%); VI = valor de importância (%).

APÊNDICE B - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação halófila-psamófila da Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ.

<b>Espécie</b>	<b>NP</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>
<i>Ipomoea imperati</i>	101	84,17	17,97	501	26,88	44,85
<i>Sporobolus virginicus</i>	111	92,50	19,75	321	17,22	36,97
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	56	46,67	9,96	303	16,26	26,22
<i>Remirea maritima</i>	94	78,33	16,73	166	8,91	25,63
<i>Panicum racemosum</i>	60	50,00	10,68	62	3,33	14,00
<i>Scaevola plumieri</i>	14	11,67	2,49	179	9,60	12,09
<i>Paspalum maritimum</i>	39	32,50	6,94	43	2,31	9,25
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	27	22,50	4,80	76	4,08	8,88
<i>Allagoptera arenaria</i>	11	9,17	1,96	70	3,76	5,71
<i>Canavalia rosea</i>	17	14,17	3,02	49	2,63	5,65
<i>Blutaparon portulacoides</i>	19	15,83	3,38	42	2,25	5,63
<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	1	0,83	0,18	22	1,18	1,36
<i>Cereus fernambucensis</i>	5	4,17	0,89	7	0,38	1,27
<i>Alternanthera maritima</i>	3	2,50	0,53	8	0,43	0,96
<i>Oxypetalum banksii</i>	1	0,83	0,18	9	0,48	0,66
<i>Polygala cyparissias</i>	2	1,67	0,36	5	0,27	0,62
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	1	0,83	0,18	1	0,05	0,23
<b>Total</b>	<b>562</b>	<b>468,33</b>	<b>100,00</b>	<b>1864</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

Legenda: NP = número de ocorrência das espécies nas parcelas; FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CA = somatório da cobertura vegetal; CR = cobertura vegetal relativa (%); VI = valor de importância (%).

APÊNDICE C - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação halófila-psamófila da Área de Proteção Ambiental de Grumari, Rio de Janeiro, RJ.

<b>Espécie</b>	<b>NP</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	75	62,50	14,91	893	23,45	38,36
<i>Alternanthera maritima</i>	93	77,50	18,49	705	18,51	37,00
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	66	55,00	13,12	573	15,05	28,17
<i>Canavalia rosea</i>	46	38,33	9,15	562	14,76	23,90
<i>Ipomoea imperati</i>	60	50,00	11,93	296	7,77	19,70
<i>Sophora tomentosa</i>	24	20,00	4,77	418	10,98	15,75
<i>Sporobolus virginicus</i>	61	50,83	12,13	136	3,57	15,70
<i>Panicum racemosum</i>	19	15,83	3,78	39	1,02	4,80
<i>Remirea maritima</i>	20	16,67	3,98	28	0,74	4,71
<i>Cereus fernambucensis</i>	11	9,17	2,19	89	2,34	4,52
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	12	10,00	2,39	16	0,42	2,81
<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	7	5,83	1,39	36	0,95	2,34
<i>Allagoptera arenaria</i>	2	1,67	0,40	6	0,16	0,56
<i>Paspalum maritimum</i>	2	1,67	0,40	5	0,13	0,53
<i>Ipomoea cairica</i>	2	1,67	0,40	2	0,05	0,45
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	1	0,83	0,20	2	0,05	0,25
<i>Blutaparon portulacoides</i>	1	0,83	0,20	1	0,03	0,23
<i>Indet 1</i>	1	0,83	0,20	1	0,03	0,23
<b>Total</b>	<b>503</b>	<b>419,17</b>	<b>100,00</b>	<b>3808</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

Legenda: NP = número de ocorrência das espécies nas parcelas; FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CA = somatório da cobertura vegetal; CR = cobertura vegetal relativa (%); VI = valor de importância (%).

APÊNDICE D - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação halófila-psamófila da Restinga do Parque Natural Municipal de Marapendi, Rio de Janeiro, RJ.

<b>Espécie</b>	<b>NP</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>
<i>Sporobolus virginicus</i>	109	90,83	18,26	630	19,79	38,05
<i>Ipomoea imperati</i>	109	90,83	18,26	433	13,60	31,86
<i>Allagoptera arenaria</i>	40	33,33	6,70	769	24,16	30,86
<i>Alternanthera maritima</i>	56	46,67	9,38	300	9,43	18,81
<i>Opuntia monacantha</i>	58	48,33	9,72	179	5,62	15,34
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	44	36,67	7,37	228	7,16	14,53
<i>Panicum racemosum</i>	59	49,17	9,88	116	3,64	13,53
<i>Remirea maritima</i>	39	32,50	6,53	76	2,39	8,92
<i>Cereus fernambucensis</i>	27	22,50	4,52	133	4,18	8,70
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	13	10,83	2,18	168	5,28	7,46
<i>Blutaparon portulacoides</i>	16	13,33	2,68	67	2,10	4,78
<i>Paspalum maritimum</i>	9	7,50	1,51	45	1,41	2,92
<i>Canavalia rosea</i>	11	9,17	1,84	27	0,85	2,69
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	4	3,33	0,67	4	0,13	0,80
<i>Sophora tomentosa</i>	1	0,83	0,17	6	0,19	0,36
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	1	0,83	0,17	1	0,03	0,20
<i>Microstachys corniculata</i>	1	0,83	0,17	1	0,03	0,20
<b>Total</b>	<b>597</b>	<b>497,50</b>	<b>100,00</b>	<b>3183</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

Legenda: NP = número de ocorrência das espécies nas parcelas; FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CA = somatório da cobertura vegetal; CR = cobertura vegetal relativa (%); VI = valor de importância (%).

APÊNDICE E - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação halófila-psamófila da Área de Proteção Ambiental de Maricá, Maricá, RJ.

<b>Espécie</b>	<b>NP</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>
<i>Sporobolus virginicus</i>	94	78,33	26,18	226	29,27	55,46
<i>Remirea maritima</i>	54	45,00	15,04	57	7,38	22,43
<i>Spermacoce capitata</i>	39	32,50	10,86	39	5,05	15,92
<i>Mollugo verticillata</i>	35	29,17	9,75	42	5,44	15,19
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	11	9,17	3,06	74	9,59	12,65
<i>Panicum racemosum</i>	21	17,50	5,85	47	6,09	11,94
<i>Hybanthus calceolaria</i>	21	17,50	5,85	40	5,18	11,03
<i>Ipomoea imperati</i>	21	17,50	5,85	40	5,18	11,03
<i>Paspalum maritimum</i>	10	8,33	2,79	55	7,12	9,91
<i>Blutaparon portulacoides</i>	8	6,67	2,23	57	7,38	9,61
<i>Stachytarpheta restingensis</i>	14	11,67	3,90	39	5,05	8,95
<i>Alternanthera maritima</i>	12	10,00	3,34	34	4,40	7,75
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	8	6,67	2,23	8	1,04	3,26
<i>Stylosanthes viscosa</i>	3	2,50	0,84	6	0,78	1,61
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	3	2,50	0,84	3	0,39	1,22
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	3	2,50	0,84	3	0,39	1,22
<i>Centrosema virginianum</i>	1	0,83	0,28	1	0,13	0,41
<i>Diodella apiculata</i>	1	0,83	0,28	1	0,13	0,41
<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>299,17</b>	<b>100,00</b>	<b>772</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

Legenda: NP = número de ocorrência das espécies nas parcelas; FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CA = somatório da cobertura vegetal; CR = cobertura vegetal relativa (%); VI = valor de importância (%).

APÊNDICE F - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação halófila-psamófila da Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Cabo Frio, RJ.

<b>Espécie</b>	<b>NP</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>
<i>Sporobolus virginicus</i>	93	77,50	23,66	387	38,74	62,40
<i>Panicum racemosum</i>	90	75,00	22,90	184	18,42	41,32
<i>Remirea maritima</i>	90	75,00	22,90	168	16,82	39,72
<i>Ipomoea imperati</i>	69	57,50	17,56	156	15,62	33,17
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	10	8,33	2,54	42	4,20	6,75
<i>Mollugo verticillata</i>	11	9,17	2,80	21	2,10	4,90
<i>Alternanthera maritima</i>	8	6,67	2,04	12	1,20	3,24
<i>Spermacoce capitata</i>	7	5,83	1,78	7	0,70	2,48
<i>Blutaparon portulacoides</i>	5	4,17	1,27	6	0,60	1,87
<i>Oxypetalum banksii</i>	4	3,33	1,02	7	0,70	1,72
<i>Paspalum maritimum</i>	2	1,67	0,51	5	0,50	1,01
<i>Allagoptera arenaria</i>	2	1,67	0,51	2	0,20	0,71
<i>Canavalia rosea</i>	1	0,83	0,25	1	0,10	0,35
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	1	0,83	0,25	1	0,10	0,35
<b>Total</b>	<b>393</b>	<b>327,50</b>	<b>100,00</b>	<b>999</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

Legenda: NP = número de ocorrência das espécies nas parcelas; FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CA = somatório da cobertura vegetal; CR = cobertura vegetal relativa (%); VI = valor de importância (%).

APÊNDICE G - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação halófila-psamófila da Restinga da Barra de São João, Casimiro de Abreu/Rio das Ostras, RJ.

<b>Espécie</b>	<b>NP</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>
<i>Sporobolus virginicus</i>	116	96,67	21,28	2739	33,97	55,26
<i>Alternanthera maritima</i>	104	86,67	19,08	2277	28,24	47,33
<i>Blutaparon portulacoides</i>	92	76,67	16,88	1292	16,03	32,91
<i>Canavalia rosea</i>	53	44,17	9,72	500	6,20	15,93
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	39	32,50	7,16	464	5,76	12,91
<i>Ipomoea imperati</i>	49	40,83	8,99	142	1,76	10,75
<i>Sophora tomentosa</i>	34	28,33	6,24	255	3,16	9,40
<i>Cereus fernambucensis</i>	25	20,83	4,59	193	2,39	6,98
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	8	6,67	1,47	47	0,58	2,05
<i>Panicum racemosum</i>	9	7,50	1,65	11	0,14	1,79
<i>Paspalum vaginatum</i>	2	1,67	0,37	61	0,76	1,12
<i>Schinus terebinthifolia</i>	2	1,67	0,37	35	0,43	0,80
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	3	2,50	0,55	16	0,20	0,75
<i>Passiflora mucronata</i>	3	2,50	0,55	14	0,17	0,72
<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	2	1,67	0,37	6	0,07	0,44
<i>Commelina benghalensis</i>	1	0,83	0,18	4	0,05	0,23
<i>Terminalia catappa</i>	1	0,83	0,18	3	0,04	0,22
<i>Cassytha filiformis</i>	1	0,83	0,18	2	0,02	0,21
<i>Remirea maritima</i>	1	0,83	0,18	1	0,01	0,20
<b>Total</b>	<b>545</b>	<b>454,17</b>	<b>100,00</b>	<b>8062</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

Legenda: NP = número de ocorrência das espécies nas parcelas; FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CA = somatório da cobertura vegetal; CR = cobertura vegetal relativa (%); VI = valor de importância (%).

APÊNDICE H - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação halófila-psamófila do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ.

<b>Espécie</b>	<b>NP</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>
<i>Sporobolus virginicus</i>	94	78,33	20,98	439	22,84	43,82
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	78	65,00	17,41	336	17,48	34,89
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	58	48,33	12,95	411	21,38	34,33
<i>Ipomoea imperati</i>	37	30,83	8,26	120	6,24	14,50
<i>Sophora tomentosa</i>	20	16,67	4,46	163	8,48	12,95
<i>Remirea maritima</i>	38	31,67	8,48	80	4,16	12,64
<i>Canavalia rosea</i>	18	15,00	4,02	88	4,58	8,60
<i>Cereus fernambucensis</i>	24	20,00	5,36	59	3,07	8,43
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	16	13,33	3,57	20	1,04	4,61
<i>Alternanthera maritima</i>	11	9,17	2,46	32	1,66	4,12
<i>Allagoptera arenaria</i>	5	4,17	1,12	45	2,34	3,46
<i>Stylosanthes viscosa</i>	5	4,17	1,12	40	2,08	3,20
<i>Diodella radula</i>	9	7,50	2,01	15	0,78	2,79
<i>Hybanthus calceolaria</i>	8	6,67	1,79	9	0,47	2,25
<i>Paspalum maritimum</i>	8	6,67	1,79	8	0,42	2,20
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1	0,83	0,22	30	1,56	1,78
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	4	3,33	0,89	4	0,21	1,10
<i>Blutaparion portulacoides</i>	2	1,67	0,45	4	0,21	0,65
<i>Mollugo verticillata</i>	2	1,67	0,45	4	0,21	0,65
<i>Cassytha filiformis</i>	2	1,67	0,45	2	0,10	0,55
<i>Centrosema virginianum</i>	2	1,67	0,45	2	0,10	0,55
<i>Emilia sonchifolia</i>	2	1,67	0,45	2	0,10	0,55
<i>Panicum surrectum</i>	1	0,83	0,22	4	0,21	0,43
<i>Panicum racemosum</i>	1	0,83	0,22	3	0,16	0,38
<i>Commelina erecta</i>	1	0,83	0,22	1	0,05	0,28
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1	0,83	0,22	1	0,05	0,28
<b>Total</b>	<b>448</b>	<b>373,33</b>	<b>100,00</b>	<b>1922</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

Legenda: NP = número de ocorrência das espécies nas parcelas; FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CA = somatório da cobertura vegetal; CR = cobertura vegetal relativa (%); VI = valor de importância (%).

APÊNDICE I - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação halófila-psamófila da Reserva Particular do Patrimônio Natural Caruara, São João da Barra, RJ.

<b>Espécie</b>	<b>NP</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>CA</b>	<b>CR</b>	<b>VI</b>
<i>Sporobolus virginicus</i>	108	90,00	30,34	370	49,01	79,34
<i>Panicum racemosum</i>	75	62,50	21,07	131	17,35	38,42
<i>Ipomoea imperati</i>	81	67,50	22,75	111	14,70	37,45
<i>Remirea maritima</i>	58	48,33	16,29	75	9,93	26,23
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	16	13,33	4,49	19	2,52	7,01
<i>Blutaparon portulacoides</i>	8	6,67	2,25	24	3,18	5,43
<i>Alternanthera maritima</i>	8	6,67	2,25	23	3,05	5,29
<i>Commelina erecta</i>	2	1,67	0,56	2	0,26	0,83
<b>Total</b>	<b>356</b>	<b>296,67</b>	<b>100,00</b>	<b>755</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

Legenda: NP = número de ocorrência das espécies nas parcelas; FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CA = somatório da cobertura vegetal; CR = cobertura vegetal relativa (%); VI = valor de importância (%).

## APÊNDICE J - Lista das espécies halófila-psamófilas das nove áreas (continua).

Família	Espécie	Psu	Mrb	Gru	Map	Mar	Msb	Bsj	Jur	Sjb
Amaranthaceae	<i>Alternanthera maritima</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i>							X	X	
Amaranthaceae	<i>Blutaparou portulacoides</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	X						X	X	X
Apocynaceae	<i>Matelea maritima</i>								X	
Apocynaceae	<i>Oxypetalum banksii</i>		X		X	X	X		X	X
Apocynaceae	<i>Peplonia asteria</i>								X	
Araliaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	X	X	X	X			X		
Arecaceae	<i>Allagoptera arenaria</i>		X	X	X	X	X	X	X	X
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	X								
Asparagaceae	<i>Agave angustifolia</i>				X					
Asparagaceae	<i>Furcraea foetida</i>		X	X						
Asparagaceae	<i>Sansevieria trifasciata</i>			X						
Asparagaceae	<i>Yucca elephantipes</i>								X	
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i>					X				
Asteraceae	<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	X		X	X			X	X	
Asteraceae	<i>Emilia fosbergii</i>			X	X			X		
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i>				X				X	X
Asteraceae	<i>Lepidaploa obtusifolia</i>		X							
Asteraceae	<i>Mikania cordifolia</i>								X	
Asteraceae	<i>Mikania stipulacea</i>			X	X	X				
Asteraceae	<i>Pectis brevipedunculata</i>								X	
Asteraceae	<i>Porophyllum ruderale</i>									X
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>								X	
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i>					X				
Cactaceae	<i>Cereus fernambucensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cactaceae	<i>Opuntia monacantha</i>			X	X	X			X	
Cactaceae	<i>Pseudopilocereus arrabidaei</i>		X		X		X		X	X
Calyceraceae	<i>Acicarpha bonariensis</i>	X								
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	X					X			
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	X	X	X				X	X	
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>							X		
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>								X	X
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cairica</i>	X		X						
Convolvulaceae	<i>Ipomoea imperati</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cyperaceae	<i>Fimbristylis cymosa</i>				X				X	
Cyperaceae	<i>Remirea maritima</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tirucalli</i>								X	

Legenda: Praia do Sul (Psu), Marambaia (Mrb), Grumari (Gru), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Massambaba (Msb), Barra de São João (Bsj), Jurubatiba (Jur), São João da Barra (Sjb).

## APÊNDICE J - Lista das espécies halófila-psamófilas das nove áreas (continua).

Família	Espécie	Psu	Mrb	Gru	Map	Mar	Msb	Bsj	Jur	Sjb
Euphorbiaceae	<i>Microstachys corniculata</i>	X		X	X		X			
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fabaceae	<i>Centrosema brasilianum</i>									X
Fabaceae	<i>Centrosema virginianum</i>					X	X		X	X
Fabaceae	<i>Chamaecrista flexuosa</i>				X	X	X		X	X
Fabaceae	<i>Clitoria laurifolia</i>		X		X	X				
Fabaceae	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	X	X	X	X	X	X			
Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>	X		X	X		X	X	X	
Fabaceae	<i>Stylosanthes viscosa</i>				X	X			X	X
Fabaceae	<i>Zornia latifolia</i>					X				
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	X	X							
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i>	X						X	X	
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon arenicola</i>	X								
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i>									X
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>					X			X	
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i>					X	X		X	X
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>				X	X	X			
Orchidaceae	<i>Vanilla chamissonis</i>		X							
Passifloraceae	<i>Passiflora mucronata</i>	X					X	X		
Passifloraceae	<i>Turnera subulata</i>									X
Poaceae	<i>Cenchrus tribuloides</i>									X
Poaceae	<i>Chloris pycnothrix</i>								X	
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>							X		
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>								X	
Poaceae	<i>Panicum racemosum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Poaceae	<i>Panicum surrectum</i>								X	
Poaceae	<i>Paspalum maritimum</i>		X	X	X	X	X	X	X	
Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polygalaceae	<i>Polygala cyparissias</i>	X	X							X
Portulacaceae	<i>Portulaca grandiflora</i>							X		
Portulacaceae	<i>Portulaca halimoides</i>								X	
Portulacaceae	<i>Portulaca mucronata</i>		X		X				X	
Primulaceae	<i>Jacquinia armillaris</i>						X			
Rubiaceae	<i>Diodella apiculata</i>					X				
Rubiaceae	<i>Diodella radula</i>								X	
Rubiaceae	<i>Mitracarpus eichleri</i>					X				
Rubiaceae	<i>Mitracarpus frigidus</i>					X	X			X
Rubiaceae	<i>Spermacoce capitata</i>					X	X			
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i>				X					

Legenda: Praia do Sul (Psu), Marambaia (Mrb), Grumari (Gru), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Massambaba (Msb), Barra de São João (Bsj), Jurubatiba (Jur), São João da Barra (Sjb).

## APÊNDICE J - Lista das espécies halófila-psamófilas das nove áreas (conclusão).

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Psu</b>	<b>Mrb</b>	<b>Gru</b>	<b>Map</b>	<b>Mar</b>	<b>Msb</b>	<b>Bsj</b>	<b>Jur</b>	<b>Sjb</b>
Smilacaceae	<i>Smilax rufescens</i>								<b>X</b>	
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta restingensis</i>					<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	
Violaceae	<i>Hybanthus calceolaria</i>					<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>
	<i>Indet 1</i>			<b>X</b>						
	<i>Indet 2</i>								<b>X</b>	
	<i>Indet 3</i>	<b>X</b>								
	<i>Indet 4</i>					<b>X</b>				
	<i>Indet 5</i>	<b>X</b>								
	<i>Indet 6</i>									<b>X</b>
	<i>Indet 7</i>								<b>X</b>	<b>X</b>
	<b>Total de espécies</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>48</b>	<b>31</b>

Legenda: Praia do Sul (Psu), Marambaia (Mrb), Grumari (Gru), Marapendi (Map), Maricá (Mar), Massambaba (Msb), Barra de São João (Bsj), Jurubatiba (Jur), São João da Barra (Sjb).

APÊNDICE K - Lista das espécies halófila-psamófilas, suas respectivas famílias botânicas, forma de vida e síndrome de dispersão (continua).

<b>Espécies</b>	<b>Forma de Vida</b>	<b>Síndrome</b>
<i>Achyrocline satureioides</i>	caméfito	anemocoria
<i>Acicarpa bonariensis</i>	caméfito	zoocoria
<i>Agave angustifolia</i>	caméfito	autocoria
<i>Allagoptera arenaria</i>	geófito	zoocoria
<i>Alternanthera maritima</i>	caméfito	autocoria
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	hemicriptófito	zoocoria
<i>Blutaparon portulacoides</i>	caméfito	autocoria
<i>Canavalia rosea</i>	caméfito	autocoria
<i>Cassytha filiformis</i>	liana	autocoria
<i>Cenchrus tribuloides</i>	terófito	zoocoria
<i>Centrosema brasilianum</i>	caméfito	autocoria
<i>Centrosema virginianum</i>	geófito	autocoria
<i>Cereus fernambucensis</i>	caméfito	zoocoria
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	caméfito	autocoria
<i>Chloris pycnothrix</i>	terófito	anemocoria
<i>Chrysobalanus icaco</i>	fanerófito	zoocoria
<i>Clitoria laurifolia</i>	caméfito	autocoria
<i>Cocos nucifera</i>	fanerófito	autocoria
<i>Commelina benghalensis</i>	terófito	autocoria
<i>Commelina erecta</i>	terófito	autocoria
<i>Cordia curassavica</i>	fanerófito	zoocoria
<i>Cynodon dactylon</i>	hemicriptófito	autocoria
<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	caméfito	anemocoria
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	hemicriptófito	anemocoria
<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	fanerófito	anemocoria
<i>Diodella apiculata</i>	caméfito	autocoria
<i>Diodella radula</i>	caméfito	autocoria
<i>Emilia fosbergii</i>	terófito	anemocoria
<i>Emilia sonchifolia</i>	caméfito	anemocoria
<i>Eugenia uniflora</i>	fanerófito	zoocoria
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	terófito	autocoria
<i>Euphorbia tirucalli</i>	fanerófito	autocoria
<i>Fimbristylis cymosa</i>	hemicriptófito	anemocoria
<i>Furcraea foetida</i>	hemicriptófito	autocoria
<i>Hybanthus calceolaria</i>	caméfito	anemocoria
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	geófito	autocoria
<i>Ipomoea cairica</i>	terófito	anemocoria
<i>Ipomoea imperati</i>	geófito	autocoria
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	caméfito	autocoria

APÊNDICE K - Lista das espécies halófila-psamófilas, suas respectivas famílias botânicas, forma de vida e síndrome de dispersão (continua).

<b>Espécies</b>	<b>Forma de Vida</b>	<b>Síndrome</b>
<i>Jacquinia armillaris</i>	fanerófito	zoocoria
<i>Lepidaploa obtusifolia</i>	fanerófito	anemocoria
<i>Matelea maritima</i>	geófito	anemocoria
<i>Microstachys corniculata</i>	caméfito	autocoria
<i>Mikania cordifolia</i>	caméfito	anemocoria
<i>Mikania stipulacea</i>	fanerófito	anemocoria
<i>Mitracarpus eichleri</i>	caméfito	autocoria
<i>Mitracarpus frigidus</i>	caméfito	autocoria
<i>Mollugo verticillata</i>	terófito	zoocoria
<i>Opuntia monacantha</i>	fanerófito	zoocoria
<i>Oxypetalum banksii</i>	geófito	anemocoria
<i>Panicum racemosum</i>	geófito	anemocoria
<i>Panicum surrectum</i>	hemicriptófito	anemocoria
<i>Paspalum maritimum</i>	geófito	anemocoria
<i>Passiflora mucronata</i>	liana	zoocoria
<i>Pectis brevipedunculata</i>	caméfito	anemocoria
<i>Peplonia asteria</i>	geófito	anemocoria
<i>Pseudopilocereus arrabidae</i>	fanerófito	zoocoria
<i>Polygala cyparissias</i>	caméfito	autocoria
<i>Porophyllum ruderale</i>	terófito	anemocoria
<i>Portulaca grandiflora</i>	terófito	autocoria
<i>Portulaca halimoides</i>	hemicriptófito	anemocoria
<i>Portulaca mucronata</i>	caméfito	autocoria
<i>Remirea maritima</i>	geófito	autocoria
<i>Sansevieria trifasciata</i>	hemicriptófito	zoocoria
<i>Scaevola plumieri</i>	caméfito	zoocoria
<i>Schinus terebinthifolia</i>	fanerófito	zoocoria
<i>Sida cordifolia</i>	hemicriptófito	autocoria
<i>Smilax rufescens</i>	geófito	zoocoria
<i>Sophora tomentosa</i>	fanerófito	autocoria
<i>Spermacoce capitata</i>	caméfito	autocoria
<i>Spermacoce verticillata</i>	caméfito	autocoria
<i>Sporobolus virginicus</i>	geófito	anemocoria
<i>Stachytarpheta restingensis</i>	fanerófito	autocoria
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	caméfito	anemocoria
<i>Stigmaphyllon arenicola</i>	caméfito	anemocoria
<i>Stylosanthes viscosa</i>	caméfito	anemocoria
<i>Terminalia catappa</i>	fanerófito	zoocoria
<i>Tridax procumbens</i>	terófito	anemocoria

APÊNDICE K - Lista das espécies halófila-psamófilas, suas respectivas famílias botânicas, forma de vida e síndrome de dispersão (conclusão).

<b>Espécies</b>	<b>Forma de Vida</b>	<b>Síndrome</b>
<i>Turnera subulata</i>	caméfito	anemocoria
<i>Vanilla chamissonis</i>	geófito	anemocoria
<i>Zornia latifolia</i>	hemicriptófito	zoocoria
<i>Waltheria indica</i>	fanerófito	autocoria
<i>Yucca elephantipes</i>	fanerófito	zoocoria