



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**

**COMPARAÇÃO DA VEGETAÇÃO LENHOSA ENTRE BORDA E INTERIOR DE  
UMA MANCHA DE MATA DE RESTINGA NA RESEX MAR CAETÉ-TAPERAÇU,  
BRAGANÇA, PARÁ**

**LUCIANA OLIVEIRA DOS SANTOS**

**BELÉM  
2010**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**

**COMPARAÇÃO DA VEGETAÇÃO LENHOSA ENTRE BORDA E INTERIOR DE  
UMA MANCHA DE MATA DE RESTINGA NA RESEX MAR CAETÉ-TAPERAÇU,  
BRAGANÇA, PARÁ**

**LUCIANA OLIVEIRA DOS SANTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do curso de Mestrado em Botânica Tropical, área de concentração Botânica Tropical, para a obtenção do título de **MESTRE**.

**Orientadora:**

Dra. Maria de Nazaré do Carmo Bastos

**Co-Orientador:**

Dr. Ulf Mehlig

**BELÉM  
2010**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**

**COMPARAÇÃO DA VEGETAÇÃO LENHOSA ENTRE BORDA E INTERIOR DE  
UMA MANCHA DE MATA DE RESTINGA NA RESEX MAR CAETÉ-TAPERACU,  
BRAGANÇA, PARÁ**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Maria de Nazaré do Carmo Bastos, Doutora- Orientadora  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

---

Maria Aparecida Lopes, Doutora- 1ª examinadora  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

---

Moirah Paula Machado de Menezes, Doutora- 2ª examinadora  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ- Pesquisadora Visitante

---

Izildinha de Souza Miranda, Doutora- 3ª examinadora  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Marivana Borges Silva, Doutora- Suplente  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

**DEDICO,**  
Aos meus pais Raimundo Gomes e Lucia Oliveira

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre ao meu lado guiando os meus passos nessa jornada.

À Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, pela oportunidade de realizar esse curso.

Ao Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI, pela bolsa concedida.

Ao meu orientador, Ulf Mehlig, por toda ajuda, conhecimento e atenção, indispensáveis para a realização deste trabalho.

À minha orientadora, Nazaré Bastos, pelo apoio nesta pesquisa.

Aos meus pais, Raimundo Gomes e Lucia Oliveira, pelo incentivo e apoio.

Às minhas irmãs Renata, Leiliane, Rosana e Ramila pela companhia e ajuda.

Ao meu esposo Márcio Coimbra, pela companhia, incentivo, compreensão e apoio.

À Moirah Menezes, pela amizade e ensinamentos.

Aos meus amigos Vitor, Elielton, Tãmilla, Rayanne, Humberto, Marlana e Ângela, pela grande ajuda no trabalho de campo.

À Rachel Macêdo pela leitura do texto e literaturas.

À turma de mestrado 2008, pela companhia e amizade.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meus agradecimentos sinceros.

## RESUMO

Este estudo analisa a vegetação de uma mancha de mata de restinga (33 ha) dentro da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu, município de Bragança, Pará. Ao longo de transecções entre margem e interior da mancha, foram avaliadas a topografia, a salinidade, o nível do lençol freático e características do solo. Foram demarcadas 12 transecções de 100 m de comprimento ao redor da mancha. Um levantamento da vegetação lenhosa com diâmetro à altura do peito (dap) de 2,5 cm foi realizado em parcelas de 100×10 m ao longo de cada transecção, anotando para cada árvore a distância da margem, o diâmetro e a altura. Perfis de elevação ao longo das transecções foram obtidos por medidas topográficas. O alcance máximo da inundação pela maré foi obtido no ponto mais baixo de cada transecção, medindo o nível mais alto de água durante os equinócios de março e setembro. Mudanças no nível do lençol freático foram monitoradas quinzenalmente ao longo de duas transecções controlando o nível de água em conjuntos de 3 poços com profundidades de 0,5, 1 e 2 m, inseridos lado a lado. Três desses conjuntos foram instalados em pontos na margem da mata, no meio e no final das transecções. Camadas superficiais do solo foram examinadas através de amostras retiradas (1 m de profundidade) em intervalos de 10 m ao longo das transecções, anotando coloração e textura. Foram amostrados 1040 indivíduos (38 famílias, 62 gêneros e 83 espécies). *Protium heptaphyllum* (Burseraceae) mostrou maior frequência (50%) e maior densidade ( $105 \pm 94 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). *Aniba citrifolia* (Lauraceae) mostrou maior área basal ( $2,4 \pm 1,7 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). A densidade média das subparcelas de todas as espécies alcançou  $844,2 \pm 216,3 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a área basal média correspondente foi  $20,3 \pm 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . O DAP médio foi de  $0,13 \pm 0,02 \text{ m}$ , a altura média foi  $9,03 \pm 0,83 \text{ m}$  com máxima de 24 m. Não foram registradas mudanças significantes na área basal e densidade de árvores ao longo das transecções. Nenhuma comunidade distinta de espécies da margem ou do interior foi identificada. O nível do lençol freático mostrou mudanças sazonais, influenciadas pelo regime de precipitação. A dinâmica do nível de água não foi diferente nos poços da margem, meio e interior. Amostras de solo mostraram camadas predominantemente arenosas com diferentes texturas e variações na espessura do horizonte A, porém, nenhum padrão margem/interior foi observado. A área de estudo mostra uma diversidade mais alta e um desenvolvimento estrutural melhor quando comparada com outras matas de restingas do norte do Brasil. A pequena variação dos fatores abióticos da margem para o interior pode ser responsável pela uniforme estrutura da vegetação e composição das espécies.

Palavras-chave: vegetação costeira, Brasil, estrutura florestal, diversidade de espécies, lençol freático, solo arenoso.

## ABSTRACT

This study analyses the vegetation of patch of forest (33 ha) within the Marine Extractivist Reserve Caeté-Taperaçu, Bragança district, Pará. Along transects between margin and interior of the patch, topography, salinity, ground water level and soil characteristics along this gradient were evaluated. 12 transects of 100 m length were laid out around the patch. Woody vegetation with breast height diameter (dbh) of 2.5 cm was mapped in a 100×10 m plot along each transect, recording for each tree distance from the margin, diameter and height. Elevation profiles along the transects were produced by topographic measurements. The maximum range of tidal inundation was recorded at the lowest point of each transect by tracking the highest high water level during March and September equinoxes. Changes in ground water level were monitored fortnightly along two of the transects by checking the water level in groups of three wells reaching depths of 0.5, 1 and 2 m, respectively, inserted side by side; three of these groups were installed at stations at the forest border, in the middle and at the end of the transect. Superficial soil layers were examined by taking 1-m-depth corer samples every 10 m along each transect, recording soil colour and texture. The vegetation sampling included 1040 individual plants (38 families, 62 genera and 83 species). The Burseraceae *Protium heptaphyllum* showed the highest frequency (50%) and the highest density ( $105 \pm 94$  trees·ha<sup>-1</sup>). The Lauraceae *Aniba citrifolia* showed the highest basal area values ( $2.4 \pm 1.7$  m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>). The medium sub-plot density of all species amounted to  $844 \pm 216$  trees·ha<sup>-1</sup>, the corresponding basal area to  $20.3 \pm 4.7$  m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>. The mean dbh was  $0.13 \pm 0.02$  m, the average height was  $9.0 \pm 0.8$  m (maximum value: 24 m). No significant changes in basal area and tree density were detected along transects. No distinctive species community for the margin or the forest interior could therefore be identified. Ground water level showed characteristic, rainfall dependent seasonal changes but water level dynamics at “margin”, “middle” and “interior” well stations did not differ. Soil samples showed predominantly sandy soil layers of different texture and with variation in A horizon thickness; no margin-interior pattern was identified. The study site shows an unusually high diversity and well-developed forest structure when compared to other woody *restinga* vegetation of north Brazil. The small variation of abiotic gradients margin to the interior may be responsible for uniform vegetation structure and species composition.

Key-words: coastal vegetation, Brazil, forest structure, species diversity, ground water level, sandy soil

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1.1.1 Efeitos de borda.....	3
1.1.2 Lençol freático.....	5
1.1.3 Solo.....	7
1.1.4 Vegetação da costa norte brasileira.....	8
1.1.5 Trabalhos realizados na área de estudo.....	9
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	10
2.1.1 Localização.....	10
2.1.2 Geologia e Geomorfologia.....	10
2.1.3 Ocorrência de Terra Preta Arqueológica.....	10
2.1.4 Vegetação.....	10
2.1.5 Clima.....	12
2.2 METODOLOGIA.....	13
2.2.1 Transecções e topografia.....	13
2.2.2 Inundação pela maré.....	13
2.2.3 Lençol freático.....	13
2.2.4 Solo.....	15
2.2.5 Levantamento estrutural.....	15
2.2.6 Levantamento florístico.....	16
2.2.7 Análises estatísticas.....	16
3 RESULTADOS.....	18
3.1 TOPOGRAFIA E INUNDAÇÃO PELA MARÉ.....	18
3.2 LENÇOL FREÁTICO.....	18
3.2.1 Salinidade.....	21
3.3 SOLO.....	21
3.4 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO.....	24
3.5 LEVANTAMENTO ESTRUTURAL.....	25
3.5.1 Hábito, frequência e ocorrência das espécies ao longo das transecções.....	25
3.5.2 Área basal.....	30
3.5.3 Densidade.....	33
3.5.4 Diâmetro médio e distribuição de diâmetro.....	35
3.5.5 Altura média e máxima, distribuição em classes de altura.....	38
4 DISCUSSÃO.....	46
4.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA FLORESTAL EM COMPARAÇÃO COM OUTRAS RESTINGAS.....	46
4.2 MUDANÇA NA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES ENTRE MARGEM E INTERIOR.....	50
5 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
APÊNDICE.....	63



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da Península de Ajuruteua/Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu. O círculo indica a localização da área de estudo. Mapa baseado em dados do projeto OpenStreetMap (URL: <a href="http://www.openstreetmap.org">http://www.openstreetmap.org</a> ) e imagens de satélite Landsat, Ikonos e CBERS 2b dos anos 1999, 2003 e 2008, respectivamente; limites da RESEXM através do decreto publicado no Diário Oficial da União em 20 de maio de 2005. Mehlig, não publicado.....	11
Figura 2: Dados climatológicos de temperatura e precipitação no período de estudo. Estação automática do INMET em Bragança ( <a href="http://www.inmet.gov.br/sonabra">http://www.inmet.gov.br/sonabra</a> , 2008-2009).....	12
Figura 3: Mapa da área de estudo mostrando a localização das 12 transecções (linhas vermelhas) e dos poços (4ª e 8ª transecção; pontos azuis). Baseado no mapa de Figura 1 (Mehlig, não publicado).....	14
Figura 4: Perfis topográficos das transecções 1 a 4. Linha verde indica a posição dos poços (P1: poço da margem; P2: poço do meio; P3: poço do interior).....	19
Figura 5: Perfis topográficos das transecções 5 a 8. Linha verde indica a posição dos poços (P1: poço da margem; P2: poço do meio; P3: poço do interior).....	19
Figura 6: Perfis topográficos das transecções 9 a 12. Linhas pontilhadas indicam o nível de inundação pela maré. Linha azul: limite da maré mais alta do dia 12 de março/2009; linha vermelha: dia 19 de setembro/2009.....	20
Figura 7: Nível do lençol freático nas transecções 4 (T4) e 8 (T8), período: setembro de 2008 a agosto de 2009. P1: poços da margem da mata, P2: poços do meio da transecção, P3: poços do interior da mata. Linha contínua: poço de 0,50 m de profundidade; linha tracejada: poço de 1,0; linha pontilhada: poço de 2,0 m de profundidade. A ausência de valores no diagrama (ex. Poços 2 e 3 entre setembro de 2008 e janeiro de 2009), correspondem à estação seca, onde não havia água nos poços. ....	21
Figura 8: Perfis de cores do solo das transecções 1 a 4. Cores correspondem aproximadamente àquelas identificadas no campo através de cartela de Munsell; veja legenda na Figura 10.....	23
Figura 9: Perfis de cores do solo das transecções 5 a 8. Cores correspondem aproximadamente àquelas identificadas no campo através de cartela de Munsell; veja legenda na Figura 10.....	23
Figura 10: Perfis de cores do solo das transecções 11 e 12. Cores correspondem aproximadamente àquelas identificadas no campo através de cartela de Munsell (MUNSELL, 1994).....	24
Figura 11: Acréscimo do número de espécies em relação ao aumento da área amostral.....	25
Figura 12: Número de indivíduos por hábito na área de estudo.....	26
Figura 13: Frequência relativa (porcentagem das subparcelas de 100 m <sup>2</sup> com ocorrência da espécie em questão; n=120 subparcelas) das 15 espécies mais frequentes na área de estudo. ....	26
Figura 14: Histogramas mostrando a distribuição das 15 espécies mais frequentes da área de estudo em relação à distância da margem da mata.....	27
Figura 15: Histogramas mostrando a distribuição das 15 espécies mais frequentes da área de estudo em relação à distância da margem da mata, nas transecções em contato com o manguezal.....	28

Figura 16: Histogramas mostrando a distribuição das 15 espécies mais frequentes da área de estudo em relação à distância da margem da mata nas transecções em contato com o campo.....	29
Figura 17: Índices de diversidade de Shannon e Simpson calculados para as subparcelas 1 a 10 (10×10 m <sup>2</sup> ), representando mudanças de diversidade entre margem e interior da mata.....	30
Figura 18: Representação gráfica de uma ordenação das espécies da área de estudo através de Escalamento Multidimensional (Multidimensional Scaling, MDS). Dois fatores abióticos (distância à margem e elevação) foram utilizados através de um processo de adaptação (fit) ao MDS para, explorar a relação entre agrupamentos de espécies e o seu ambiente. Nomes de espécies abreviados (4 letras do gêneros/do epíteto específico, respectivamente; cf. Tabela 1).....	31
Figura 19: Área basal média com desvio padrão das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).....	32
Figura 20: Área basal média com desvio padrão das transecções 1 a 12.....	32
Figura 21: Área basal média com desvio padrão das 14 espécies com maior área basal. ....	33
Figura 22: Densidade média com desvio padrão das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).....	34
Figura 23: Densidade média com desvio padrão das transecções 1 a 12.....	34
Figura 24: Densidade média com desvio padrão das 14 espécies com maior densidade. ....	35
Figura 25: Classes de diâmetro dos troncos à altura do peito das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).....	36
Figura 26: Diâmetro médio com desvio padrão das transecções 1 a 12.....	36
Figura 27: Diâmetro médio com desvio padrão das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0-100 m).....	37
Figura 28: Diâmetro médio com desvio padrão das 14 espécies com maior diâmetro. ....	37
Figura 29: Altura média com desvio padrão e altura máxima das transecções 1 a 12. ....	38
Figura 30: Classes de altura das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).....	39
Figura 31: Altura média com desvio padrão e altura máxima das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).....	40
Figura 32: Altura média com desvio padrão e altura máxima das 14 espécies com maior altura.....	40

## 1 INTRODUÇÃO

A costa brasileira estende-se do rio Oiapoque, no Amapá, ao Arroio Chuí, no Rio Grande do Sul, num total de aproximadamente 9.000 km de extensão (PNMA, 1995). Diferentes formações vegetais podem ser encontradas ao longo da costa brasileira, em função das condições climáticas, edáficas e de fatores temporais de caráter sucessional (ARAÚJO, 1987). Nesta costa, se destacam as formações das planícies lamosas costeiras com o manguezal crescendo na zona entre-marés e a vegetação das planícies arenosas costeiras não-inundadas, denominadas de restingas. De acordo com ARAÚJO & HENRIQUES (1984), esta vegetação inclui comunidades de plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas.

O litoral amazônico estende-se por mais de 1500 km, do Amapá ao Maranhão (SUGUIO & TESSLER, 1984). Destes, 598 km fazem parte do litoral paraense. No Estado do Pará, os municípios que sofrem influência do oceano atlântico compõem a chamada “Zona Fisiográfica do Salgado” (SIMÕES, 1981), que apresenta diferentes tipos de vegetação, tais como campos, matas, manguezais e restingas, todos pouco estudados sob o ponto de vista botânico (BASTOS et al., 2001).

Historicamente, os ecossistemas costeiros tem sido desde o início da colonização brasileira alvo de destruição. A retirada de madeira, corte indiscriminado de mangue e ocupação para construção de moradias são uns dos impactos observados ao longo da zona litorânea (BRITTO & NOBLICK, 1984; SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN-MOLERO, 1999). No nordeste do Estado do Pará, o crescimento urbano das cidades costeiras, a pesca, a agricultura predatória, a especulação imobiliária, a ocupação desordenada das áreas de praia e a exploração predatória dos recursos naturais constituem os principais impactos ambientais observados (PNMA, 1995; MENEZES et al., 2008).

No estado do Pará, como em outras regiões do Brasil, foram criadas Reservas Extrativistas Marinhas (RESEX Mar) para conservar os recursos costeiros através de um processo de co-manejo (GLASER & OLIVEIRA, 2004; SILVA, 2004). Enquanto as comunidades pesqueiras estão reconhecendo a necessidade de proteger os manguezais das reservas (GLASER et al., 2003), as restingas não recebem a

mesma atenção da população e das políticas de conservação. A menor extensão das áreas de restinga torna esta vegetação mais vulnerável à destruição causada pela ação antrópica. Somado à isso, pouco se sabe dos efeitos das mudanças climáticas e do aumento do nível do mar sobre as comunidades vegetais das restingas (SZLAFSZTEIN & STERR, 2007).

Na RESEX Mar Caeté-Taperaçu, península de Ajuruteua, município de Bragança, nordeste do Estado do Pará, existem manchas de mata de restinga com extensão entre 1 e 33 ha, circundados por campos salinos e manguezais. As manchas de mata de restinga da RESEX Mar Caeté-Taperaçu estão situadas sobre paleodunas de elevação baixa no centro da península de Ajuruteua. Encontram-se isoladas umas das outras por manguezais e campos salinos, e são localmente chamadas de “ilhas de terra firme” (ABREU et al., 2006). Os estudos realizados já registraram mais de 70 espécies arbóreas nestas manchas (ABREU et al., 2006; VALE, 2006; SANTOS, 2007; SILVA, M.J., 2008 e BRAGANÇA, 2009).

Porém, a relação desta vegetação com fatores abióticos (influência de maré e topografia) foi analisada apenas por SANTOS (2007), que estudou a vegetação do ecótono campo-bosque em uma destas manchas. Os resultados preliminares mostraram que a distribuição da vegetação arbórea é delimitada pela ação da maré. Porém, o mecanismo que influencia a presença desta vegetação na área ainda não foi analisado, e não existem dados sobre possíveis mudanças da vegetação arbustivo-arbórea da margem para o interior da mata. Da mesma forma, não existem informações sobre a variação dos fatores abióticos ao longo da trajetória margem-interior, como por exemplo, infiltração de água intersticial salobra, penetração de luz e variações na profundidade do lençol freático relacionadas ao relevo e ao solo. Se a ocorrência das espécies é determinada por fatores abióticos, informações sobre esta dependência podem ser essenciais para planejar metas de manejo.

Com o objetivo de identificar possíveis mudanças florísticas e estruturais da vegetação no sentido margem-interior de uma mancha de mata de restinga na RESEX Mar Caeté-Taperaçu, o presente trabalho visa: 1) identificar as espécies lenhosas ocorrentes e descrever a estrutura desta comunidade vegetal no sentido margem-interior da mancha e 2) observar a variação correspondente de fatores abióti-

cos (topografia, salinidade da água, profundidade do lençol freático, solo) no sentido margem-interior.

## 1.1 REVISÃO DE LITERATURA

As manchas de mata de restinga do presente estudo diferem da maioria dos fragmentos florestais discutidos na literatura científica, pois seu isolamento não é resultado da ação antrópica mas de processos naturais ligados ao aumento relativo do nível do mar durante o Holoceno (COHEN et al., 2005). Embora a literatura em geral aponte que fragmentos florestais estejam relacionados à ação antrópica (ex. desmatamento), vários fatores considerados na análise da fragmentação por atividades humanas podem ser relevantes para a ecologia das manchas de mata de restinga da RESEX Mar Caeté-Taperaçu, por exemplo, “efeito de borda”, o nível do lençol freático e/ou características do solo.

### 1.1.1 Efeitos de borda

O “efeito de borda” é definido por HARPER et al. (2005) como uma alteração na estrutura e na composição de espécies nas margens de um fragmento florestal. LAURANCE (2000) mostrou que na Amazônia os efeitos de borda podem atingir de 400 metros a quilômetros dentro da floresta. No entanto, a dimensão destes efeitos depende do tamanho dos fragmentos. Quanto maior os fragmentos, maiores serão as chances das porções interiores destes estarem protegidas dos efeitos de borda (LAURANCE et al., 1998a).

Segundo MURCIA (1995), a formação de bordas florestais causa mudanças abióticas e bióticas. Os efeitos abióticos envolvem mudanças nos fatores climáticos, pois a zona sob influência das bordas apresenta maior exposição aos ventos, altas temperaturas, baixa umidade e alta radiação solar. Dentre os efeitos bióticos pode-se incluir mudanças na abundância e na distribuição de espécies nas proximidades das bordas. Como exemplo, são citados o aumento da densidade de indivíduos, consequência da maior produtividade primária causada pelos altos níveis de radiação solar; mudanças na interação entre as espécies como: competição, dispersão de sementes e polinização (LAURANCE et al., 1998a; LAURANCE et al. 1998b).

Vários estudos relacionados ao “efeito de borda” foram realizados na Amazônia (LAURANCE et al., 1998a; LAURANCE et al. 1998b; MESQUITA et al., 1999; NASCIMENTO & LAURANCE, 2006; LAURANCE & VASCONCELOS, 2009). No entanto, não avaliaram as mudanças na composição florística e estrutural da vegetação da margem para o interior do fragmento. Estudos abordando esse tema foram desenvolvidos em outras regiões do Brasil, sendo a maioria recentes. De acordo com HARPER et al. (2005) a influência da borda tem sido o principal tópico de interesse em estudos no padrão de paisagem e processos relacionados com a criação de bordas e fragmentação durante os últimos anos.

OLIVEIRA FILHO et al. (2004) realizaram estudos em uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Minas Gerais, que apresenta bordas abruptas nos seus limites com o campo de altitude. Foram verificadas as correlações entre as variações da estrutura do componente arbóreo margem-interior da floresta e variáveis ambientais relacionadas ao substrato e efeito de borda. O fragmento apresentou maior densidade de indivíduos na borda que no interior da floresta, sobretudo para os de menor diâmetro (entre 5 e 10 cm) e altura (entre 1,30 e 5 m). Resultados semelhantes foram relatados por LIMA-RIBEIRO et al. (2008) ao estudarem os efeitos de borda sobre a vegetação e estrutura populacional em três fragmentos florestais no sudoeste goiano. Neste, foi considerado ambiente de borda toda a faixa mais externa dos fragmentos, com largura de 15 m. Os fragmentos estão localizados em propriedades rurais particulares inseridos em uma matriz antrópica, perturbados com atividades de pastoreio, fogo e retirada seletiva de madeira.

Os resultados citados também corroboram com os de OLIVEIRA FILHO et al. (2007) que estudaram a dinâmica da comunidade e de populações arbóreas da borda e do interior de um remanescente florestal em Minas Gerais, em um intervalo de 5 anos. Foi observado que a comunidade e as populações arbóreas não estavam estáveis no período e que as taxas de mudança do número de indivíduos e da área basal foram mais acelerados na borda. As diferenças relatadas entre a borda e o interior dos fragmentos florestais mostram os efeitos bióticos provocados pelos fatores abióticos de acordo com MURCIA (1995) e LAURANCE et al. (1998a, b).

Outros estudos realizados sobre comparação da estrutura de comunidade arbustivo-arbórea entre borda e interior de fragmentos de floresta mostraram resultados diferentes. Em Minas Gerais, FERREIRA & RAMOS (2007) estudaram um fragmento de mata atlântica circundado principalmente por uma matriz de pastagem. Medidas de altura, perímetro à altura do peito e fuste foram realizadas da borda para o interior, sendo considerado “borda” uma faixa com distância de até 50 m da matriz. Não houve diferenças significativas entre borda e interior na área basal, diâmetro, altura, densidade, fuste e número de indivíduos. Segundo os autores, estes resultados podem estar relacionados com distúrbios antropogênicos no interior do fragmento.

Sobre os fragmentos de florestas costeiras, não foram encontrados estudos referentes às mudanças na vegetação da margem para o interior da floresta.

#### **1.1.2 Lençol freático**

Poucos estudos foram desenvolvidos sobre a relação entre vegetação e nível do lençol freático em áreas de restinga. No Estado do Pará, BASTOS (1996) estudou as formações vegetais da restinga da Princesa, ilha de Algodão. O nível do lençol freático foi monitorado mensalmente em 4 pontos, correspondendo às formações do estrato herbáceo (“psamófila reptante”, “brejo herbáceo”, “campo entre dunas”) e de uma formação arbustiva aberta. O nível do lençol freático se manteve próximo da superfície ou aflorou nos meses de fevereiro a maio (estação chuvosa), chegando a uma altura de 0,60 m acima do nível do solo na formação brejo herbáceo. O nível mais baixo do lençol freático foi determinado em outubro e novembro (estação seca) em dunas ativas cobertas pela formação “psamófila reptante”.

Os resultados de BASTOS (1996) também foram observados por ALMEIDA JR et al. (2009) estudando a vegetação de restinga da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Maracaípe, Pernambuco. A restinga nesta área é circundada por áreas de manguezal, apresentando fisionomias do tipo “floresta” e “campo” inundável/não inundável. A variação do lençol freático foi verificada através de perfurações (3 em floresta e 1 em campo inundável) com medidas mensais. Constatou-se uma movimentação do lençol freático nos 4 pontos, com maior dinâmica no período chuvoso. Apenas no campo houve o afloramento do lençol freático, formando uma

lâmina de água sobre o solo. A variação no nível do lençol freático foi um dos fatores determinantes na separação das fisionomias.

Diferenças na variação do nível do lençol freático entre a estação chuvosa (mais próximo da superfície) e a estação seca (mais profundo) também foram observadas por MARCELINO et al. (2005) em uma zona de transição entre floresta amazônica e cerrado no Mato Grosso. O monitoramento foi feito em uma área de floresta intacta, uma área de manejo florestal e em uma área de pastagem, ocorrendo nesta maior variação, provavelmente devido à maior evaporação e menor retenção de água neste local devido a menor cobertura vegetal.

ANDRADE et al. (2008) também encontraram uma diferença sazonal e diferenças entre áreas com florestas intactas, florestas de manejo e pastagem em um estudo da variação do lençol freático no norte do Mato Grosso. Resultados semelhantes foram relatados por OLIVEIRA (2005), analisando o perfil florístico e a distribuição das espécies vegetais em relação ao gradiente de umidade do solo em seis veredas no Triângulo Mineiro. As veredas apresentam bordas alteradas (queimadas, pastagens, reflorestamentos) porém, em bom estado de conservação. Para o controle da profundidade do lençol freático foram feitas perfurações na borda, no meio e no fundo de cada vereda, e realizadas medidas mensais. Ocorreram variações entre as veredas quanto a profundidade do lençol freático. Em geral, a profundidade média foi maior na borda, tendo no mês de abril os menores valores e em agosto e setembro os maiores. A alta riqueza de espécies foi determinada principalmente pelas variações na profundidade do lençol freático.

BACANI et al. (2004) estudaram a oscilação periódica do lençol freático no entorno da lagoa Salina do Meio (MS) analisando a influência sazonal das chuvas nas diferentes respostas do lençol freático ao longo dos anos 1998-2002. No ano de 1999 o lençol freático apresentou maior oscilação, devido ao maior contraste entre a estação chuvosa e a estação seca. As chuvas ocorridas localmente influenciaram a oscilação do lençol freático.

No caso de dunas, a vegetação é fortemente governada pelas oscilações na distância do lençol freático ao longo do ano (CORDAZZO et al., 2006). Nas manchas



de mata de restinga da RESEX Mar Caeté-Taperaçu, o nível do lençol freático ainda não foi verificado, não sendo conhecida a sua variação e nem a sua relação com a vegetação.

### 1.1.3 Solo

Vários estudos foram realizados analisando a composição do solo e sua relação com a vegetação. KOTCHETKOFF-HENRIQUES et al. (2005) estudaram a relação entre o tipo de solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, São Paulo. Foram encontrados três grupos florísticos associados a três tipos de solos (Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Litólico e Gleissolo). A associação observada entre solo e composição florística dos remanescentes de vegetação indica que o tipo de solo é um fator importante na determinação da formação vegetal que ocorre no local. Em Minas Gerais, MACHADO et al. (2008) também comprovaram esta relação. Eles analisaram os efeitos do substrato, de bordas e da proximidade espacial na estrutura de comunidades arbóreas de um fragmento florestal isolado de outros por mais de 1 km e encontrando-se circundado por pastagens e um canal de drenagem de uma represa. A área apresentou solos do tipo Argissolos e Nitossolos. A diferença em riqueza de espécies foi significativamente maior no Nitossolo.

CATARUCCI et al. (2007), estudaram a relação solo-vegetação em um fragmento de floresta estacional com Latossolos Vermelhos e Nitossolos Vermelhos na Estação Ecológica de Paulo Faria, São Paulo e também verificaram que o tipo de vegetação, quanto ao porte e estágio sucessional, apresenta vinculação com os solos e seus atributos, principalmente, retenção de água, profundidade e disponibilidade de nutrientes.

ROSSI et al. (2005) estudaram a relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. A vegetação do parque é composta por cerrado, floresta e mata ciliar com diferentes tipos de solos (Latossolo, Argissolo, Gleissolo, Neossolo e Organossolo). A vegetação de porte mais alto ocorre associada aos teores mais elevados de matéria orgânica e nutrientes. De uma maneira

geral, a composição e a distribuição das espécies vegetais estão condicionadas à disponibilidade de nutrientes do solo.

No estudo de LOURES et al. (2007) abordando a florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil, foram registrados três subgrupos de solos que se diferem quanto às variáveis químicas, texturais e topográficas. A principal diferença foi o teor de matéria orgânica. A distribuição em diâmetro e altura da vegetação variaram com as classes de solos, sendo também maiores nas áreas com teores de matéria orgânica mais elevados. Estes resultados se assemelham aos de ESPÍRITO-SANTO et al. (2002) que estudaram as variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no Campus da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. Foram registrados quatro subgrupos de solos, encontrando também uma variação na distribuição de altura, densidade e área basal das árvores, influenciados pelo status nutricional e regime de água do solo.

Informações sobre as características do solo em áreas de restinga ainda são escassas. Em uma das manchas de mata de restinga da RESEX Mar Caeté-Taperaçu foi registrada a presença de terra preta arqueológica. No entanto, a relação solo/vegetação ainda não foi analisada.

#### **1.1.4 Vegetação de restinga da costa norte brasileira**

Estudos sobre a vegetação de restinga foram principalmente realizados no sul e sudeste do Brasil. No norte do país, a ecologia desta vegetação foi pouco estudada (ALMEIDA et al., 2002).

Estudos sobre a vegetação de restinga na região norte do Brasil tiveram início em 1988, com os trabalhos de SANTOS & ROSÁRIO (1988) e BASTOS (1988). Os estudos realizados no Estado do Pará concentraram-se principalmente nas restingas de Maracanã, na APA de Algodual/Maiandeuca (SANTOS & ROSARIO, 1988; BASTOS, 1988 e BASTOS, 1996) e em Marapanim na praia do Crispim (COSTA-NETO et al., 1995; AMARAL, 1997; COSTA-NETO, 1999 e COSTA-NETO et al., 2001). Em outras localidades, levantamentos rápidos foram realizados por SANTOS et al. (2001) (Viseu), LISBOA et al. (1993) (Salvaterra/Ilha do Marajó), BASTOS et al.

(2002) (Augusto Corrêa), AMARAL et al. (2001) e SILVA et al. (2007) em Bragança. AMARAL et al. (2008) realizaram um *checklist* para as restingas do litoral amazônico (Pará e Amapá).

Estudos fornecendo chaves de identificação foram realizados para as famílias Turneraceae (VICENTE et al., 2001), Poaceae (ROCHA et al., 2001a; 2001b), Eriocaulaceae (ROCHA & BASTOS, 2004), Myrtaceae (ROSÁRIO, et al., 2005), Leguminosae-Caesalpinioideae (SOUSA, 2008) e Rubiaceae (MARGALHO, 2008). Os estudos de AMARAL (1997), COSTA-NETO (1999) e SILVA, R.M. (2008) fornecem chaves de identificação para todas as angiospermas por eles registradas na sua respectiva área estudada.

Embora o número de estudos em restingas tenha aumentado nos últimos anos, poucos tem avaliado os fatores abióticos (influência de maré, topografia, lençol freático e solo) e a sua relação com a distribuição da vegetação (BASTOS, 1996; SILVA, R.M. 2008; SANTOS, 2007).

#### **1.1.5 Trabalhos realizados na área de estudo**

Na área do presente estudo, levantamentos florísticos e estruturais foram realizados (ABREU et al., 2006, VALE, 2006, SANTOS, 2007, SILVA, M.J., 2008 e BRAGANÇA, 2009). Porém, apenas SANTOS (2007) estudou a relação da topografia e influência de maré com a vegetação em uma área de transição entre campo e mata de restinga.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

#### **2.1.1 Localização**

O estudo foi realizado em uma mancha de mata de restinga com aproximadamente 33 ha, localmente conhecido como “Ilha do Jabuti”, localizado nas Salinas dos Roques, na parte central da península de Ajuruteua, município de Bragança, nordeste do Pará (0°55'23"S, 46°40'11"W). A península de Ajuruteua é parte da RESEX Mar Caeté-Taperaçu (Figura 1).

#### **2.1.2 Geologia e Geomorfologia**

As manchas de mata de restinga representam remanescentes de ilhas barreiras de areia fina, formadas há mais de 5000 anos A. P. (COHEN et al., 2005; SOUZA FILHO & PARADELLA 2002). Ao redor destas ilhas, antes rodeadas pelo mar, houve deposição de sedimentos dando origem ao manguezal que hoje as circundam e dominam a península de Ajuruteua (COHEN et al., 2005).

#### **2.1.3 Ocorrência de Terra Preta Arqueológica**

Na porção sudoeste da mata se encontra um sítio com Terra Preta Arqueológica, identificado pelo departamento de arqueologia do Museu Paraense Emílio Goeldi em conjunto com a UFPA- Campus de Bragança (D. Kern, M. Silveira e U. Mehlig, comunicação pessoal).

#### **2.1.4 Vegetação**

A área das Salinas dos Roques é composta por vegetação de manguezal, campos salinos e manchas de mata de restinga formando “ilhas” (ABREU et al., 2006). A mata estudada encontra-se circundada por áreas de vegetação de campo e manguezal. A transição entre a mata de restinga e o manguezal é marcada por uma diferença distinta de elevação do terreno. Devido a esta diferença de elevação, as manchas encontram-se fora do alcance das marés (ABREU et al., 2006). De acordo com SANTOS (2007), a distribuição da vegetação arbórea terrestre é delimitada pela ação da maré.

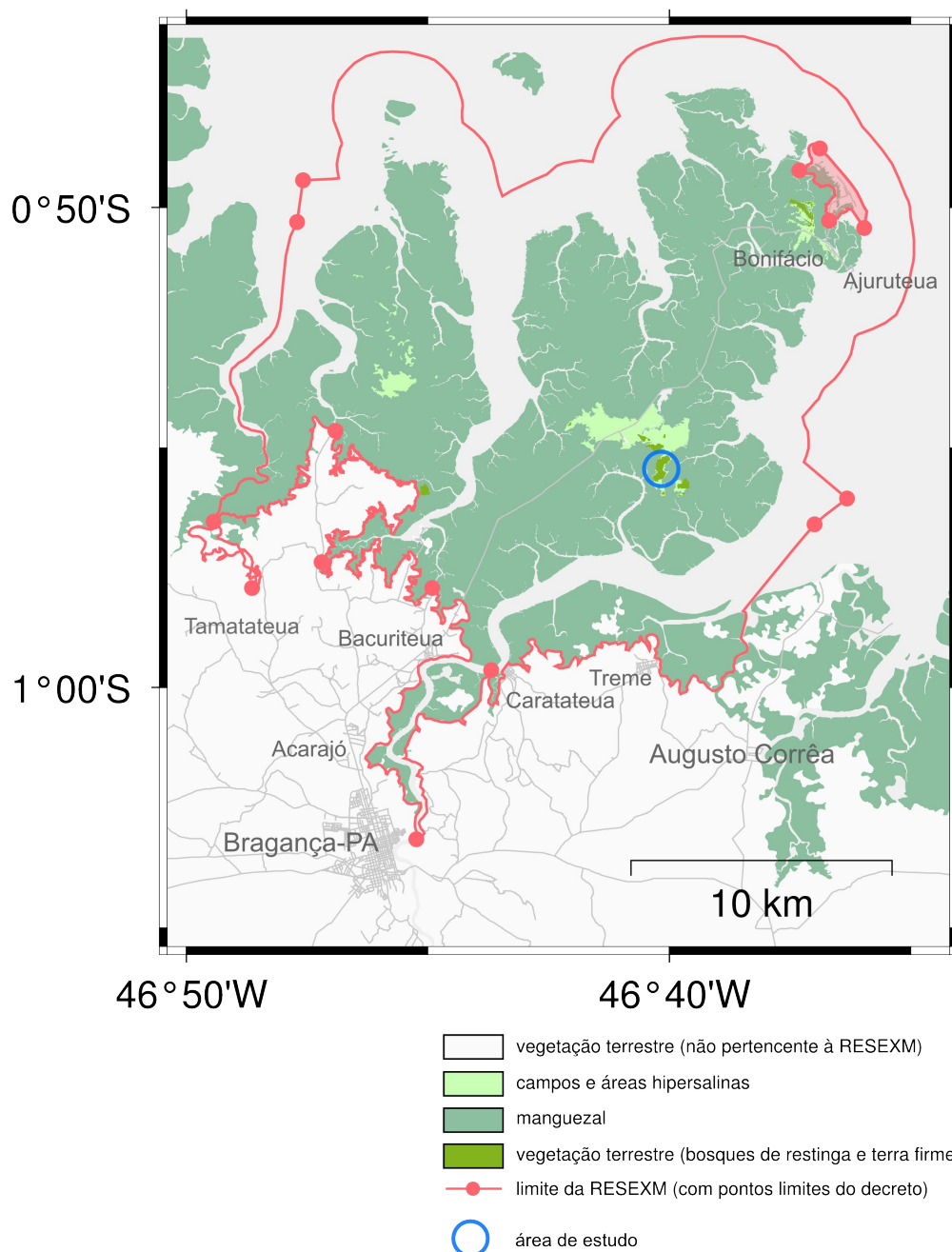


Figura 1: Mapa da Península de Ajuruteua/Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu. O círculo indica a localização da área de estudo. Mapa baseado em dados do projeto OpenStreetMap (URL: <http://www.openstreetmap.org>) e imagens de satélite Landsat, Ikonos e CBERS 2b dos anos 1999, 2003 e 2008, respectivamente; limites da RESEXM através do decreto publicado no Diário Oficial da União em 20 de maio de 2005. Mehlig, não publicado.

A área de estudo apresenta uma associação de espécies arbustivo-arbóreas com um caráter fechado e denso (ABREU et al., 2006). Além de árvores e arbustos são encontrados também lianas (Asclepiadaceae, Apocynaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Smilacaceae, Dilleniaceae, Fabaceae, etc.), epífitas (Orchidaceae, Araceae, hepáticas, musgos e samambaias, etc.), e herbáceas (Poaceae, Cyperaceae, Costaceae, Marantaceae, etc.). A família Arecaceae também é característica deste ambiente (SILVA, M.J., 2008).

### 2.1.5 Clima

O clima regional é quente e úmido, com duas estações bem definidas. De janeiro a junho predomina o período chuvoso, e de julho a dezembro, período seco. Dados de 24 anos obtidos da estação meteorológica de Tracuateua fornecem um perfil climático da região, apresentando uma temperatura média anual de 25,9 °C e a precipitação anual 2.508 mm (INMET, 1992 com dados atualizados obtidos pelo INMET; Figura 2).

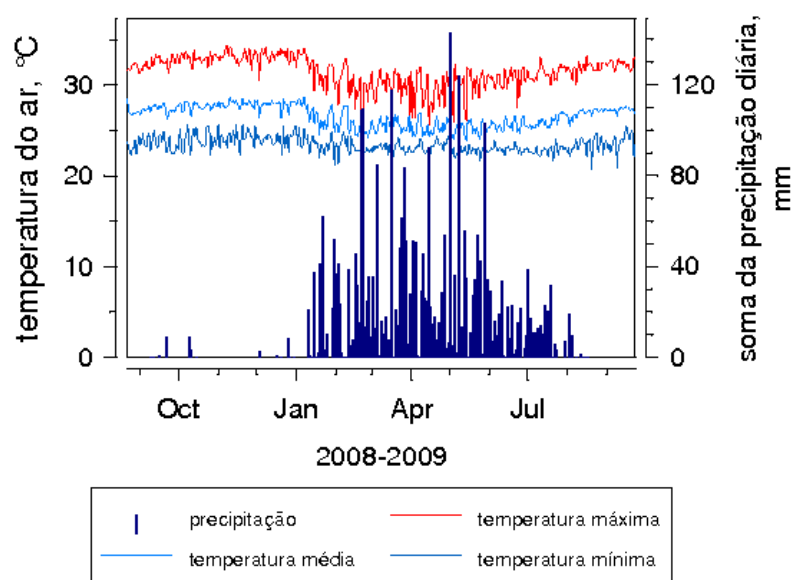


Figura 2: Dados climatológicos de temperatura e precipitação no período de estudo. Estação automática do INMET em Bragança (<http://www.inmet.gov.br/sonabra>, 2008-2009)

## 2.2 METODOLOGIA

### 2.2.1 Transecções e topografia

Foram demarcadas 12 transecções de 100 m de comprimento ortogonais à margem da mata. As transecções foram distribuídas ao redor da mancha (Figura 3) de acordo com as proporções em contato com o campo (2,45 km de extensão; 8 transecções) e com o manguezal (0,66 km; 4 transecções). Devido à necessidade de evitar trechos danificados pelo fogo e para evitar cruzamentos entre as transecções, as distâncias entre os pontos iniciais das transecções na margem variaram entre 50 e 638 m (distância mediana entre as transecções: 186,5 m).

Ao longo de cada transecção foi feito um perfil topográfico com o auxílio de teodolito (Nikon Digital Theodolite NE-101). Os intervalos entre os pontos de medida foram escolhidos após examinação visual das mudanças no relevo local para garantir uma precisão adequada dos perfis obtidos. Os perfis foram referenciados a um zero comum através de medidas topográficas com teodolito, conectando as transecções.

### 2.2.2 Inundação pela maré

Para determinar o alcance da maré na área de estudo, foram colocados medidores de inundação no ponto mais baixo de cada transecção. Os medidores eram compostos por frascos plásticos de 5 ml com abertura superior, dispostos em distâncias de 5 cm ao longo de tubos de PVC. Após a maré alta, o nível alcançado pela água foi verificado, medindo com fita métrica a distância do solo até o último recipiente preenchido (Figura 4). As medições foram realizadas nos dias 12 de março de 2009 (estação chuvosa) e 19 de setembro de 2009 (estação seca) correspondentes às marés de sizígia mais altas na região (DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO, 2009).

### 2.2.3 Lençol freático

Para o acompanhamento da dinâmica do nível do lençol freático no período seco e chuvoso, foram realizadas perfurações ao longo de duas transecções (4ª e 8ª) que apresentaram elevações diferentes na margem do fragmento (Figura 3).

Em ambas as transecções, as perfurações foram feitas em três pontos, representando margem (poço 1), meio (poço 2) e fim da transecção (poço 3). Os pontos na margem correspondem a uma elevação mais baixa. Em cada ponto foram perfurados 3 poços com diâmetro de 5 cm e profundidade de 0,5 m, 1 m e 2 m. As perfurações foram feitas com o auxílio de um trado, sendo posteriormente introduzido no solo tubos de PVC, para evitar o desmoronamento das paredes internas dos poços. Os tubos foram cobertos na parte superior para impedir a infiltração de água da chuva.

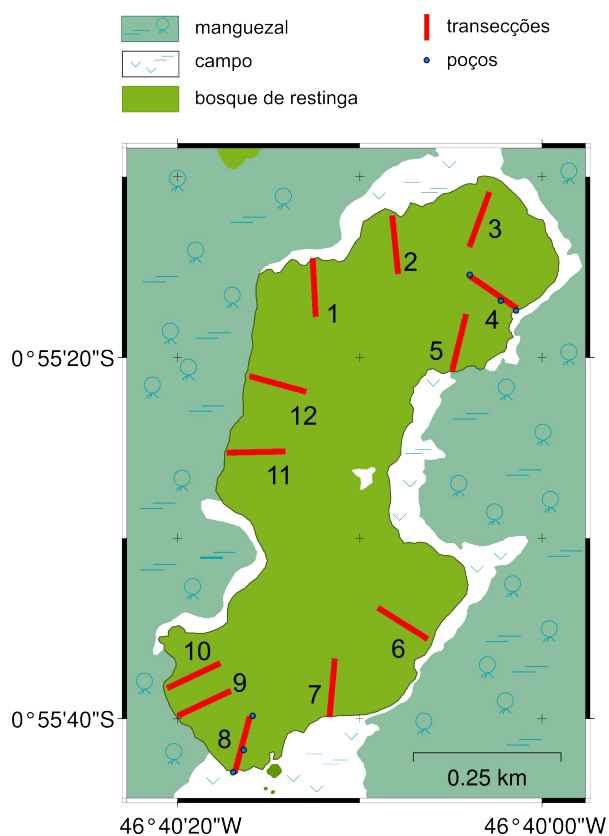


Figura 3: Mapa da área de estudo mostrando a localização das 12 transecções (linhas vermelhas) e dos poços (4ª e 8ª transecção; pontos azuis). Baseado no mapa da Figura 1 (Mehlig, não publicado).





Figura 4: Verificação da inundação. Alcançe da maré medido com fita métrica, baseado no recipiente preenchido com água.

O nível do lençol freático foi medido quinzenalmente, de setembro de 2008 a outubro de 2009. As medições foram feitas com o auxílio de uma mangueira fina fixada ao longo de uma régua. Introduzida no poço, o nível de água foi determinado pela resistência sentida durante o processo de sucção (“efeito canudinho”). Foram coletadas amostras de água dos poços para análise de salinidade, verificada com o auxílio de refratômetro.

#### **2.2.4 Solo**

Amostras de solo de cada parcela foram retiradas com um trado tipo Pürckhauer de 1 m de comprimento. As parcelas da 9ª e 10ª transecções foram excluídas da amostragem por se encontrarem na área com presença de terra preta arqueológica.

Nas amostras retiradas com trado foram identificadas camadas com diferentes cores e/ou textura e registradas a sua profundidade e extensão. Como referência

para a comparação de cores utilizou-se a Cartela de Munsell (MUNSELL, 1994). A textura foi examinada esfregando uma pequena amostra de solo entre os dedos.

### **2.2.5 Levantamento estrutural**

O levantamento estrutural foi realizado nas 12 transecções. Ao longo dos 100 m de cada transecção, analisou-se uma faixa de 10 m de largura, subdividida em 10 parcelas contínuas de 10×10 m. Todas as plantas lenhosas com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 2,5$  cm foram registradas e seus DAP e altura medidos, para cálculos de densidade, área basal e parâmetros derivados. Todos os indivíduos amostrados nas parcelas foram marcados com etiquetas de alumínio numeradas e a sua localização nas parcelas foi registrada para calcular a distância da margem do fragmento.

Foram incluídas no levantamento estrutural árvores (plantas lenhosas, geralmente com um tronco único, superior a 5 m), arvoretas (plantas com a mesma arquitetura das árvores, porém alcançam no máximo 5 m) e arbustos (caule lenhoso, ramificado desde a base).

Parâmetros descritivos da estrutura florestal (densidade, área basal/dominância e frequência) foram calculados de acordo com MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974).

### **2.2.6 Levantamento florístico**

O levantamento florístico foi conduzido por meio de coletas para identificação botânica de todas as espécies amostradas no interior das parcelas utilizadas no levantamento estrutural. As coletas foram realizadas de abril/2008 a outubro/2009 concomitantemente ao levantamento estrutural. Foram coletadas amostras de ramos férteis e estéreis presentes nas parcelas, além de material adicional como, amostras de cascas, flores e frutos. A herborização do material botânico foi feita no laboratório de biologia vegetal da Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança e as amostras foram incorporadas ao acervo do Herbário Didático do mesmo. Amostras testemunhas foram depositadas nos herbários do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG, Belém) e da EMBRAPA Amazônia Oriental (IAN, Belém). A identificação das espécies foi realizada por meio de consultas à literatura (MORI et al., 2002; PRAN-

CE, 1972 e 1989; RIBEIRO, 1999), a especialistas e comparação com o acervo das coleções de referências regionais (MG, IAN). As espécies foram classificadas nas famílias reconhecidas pelo Angiosperm Phylogeny Group (APG, 2009).

### 2.2.7 Análises estatísticas

Todas as análises foram efetuadas através do sistema GNU R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009). A suficiência da área amostral foi testada através do número cumulativo de espécies ("curva do coletor"; rotina "specaccum" no pacote "vegan" de GNU R; OKSANEN, et al. 2009). Estimativas para o número total de espécies esperado na área de estudo foram calculadas através das rotinas specpool() e estimateR() (pacote vegan,). Os métodos Chao, Jackknife 1/2 e Bootstrap (specpool) se baseiam na frequência das espécies, e os métodos Chao 1 e ACE (estimateR) no número total de indivíduos por espécies na área de estudo (OKSANEN, et al. 2009). Para o método Jackknife 2 não existe a possibilidade de estimar o erro padrão (OKSANEN, et al. 2009).

A comparação da estrutura florestal entre as parcelas com a mesma distância à margem foram analisadas através de modelos lineares de efeitos mistos (*linear mixed effects models*; pacote "nlme" do GNU R, PINHEIRO et al., 2009), com "parcela" e "transecção adjacente campo"/"mangue" como efeitos fixos, e "transecção" como efeito aleatório. Da mesma forma, a relação entre dap/altura e a distância à margem foi testado (efeito aleatório: "transecção"). Os gráficos diagnósticos dos resíduos indicaram se o modelo utilizado foi adequado. Índices de diversidade (Shannon, Simpson) foram calculados para analisar possíveis mudanças na diversidade ao longo da trajetória margem-interior do bosque (rotina "diversidade" no pacote "vegan" de GNU R; OKSANEN, et al. 2009). Para a comparação dos conjuntos de espécies nas parcelas, técnicas multivariadas de ordenação (Escalamento Multidimensional/*Multidimensional Scaling*, MDS) foram aplicadas. Para visualizar possíveis associações de fatores ambientais com os agrupamentos resultantes do MDS, adaptações (*fits*) respectivas foram calculadas (rotinas "metaMDS" com matriz de dissimilaridade baseada no índice de Jaccard, calculado para a abundância das espécies nas parcelas; "envfit" no pacote "vegan" de GNU R; OKSANEN, et al. 2009).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 TOPOGRAFIA E INUNDAÇÃO PELA MARÉ

Os perfis topográficos mostraram que não há grandes diferenças de elevação ao longo das transecções (Figura 5, 6 e 7). As transecções em contato com o manguezal apresentaram uma margem com declive abrupto, enquanto que nas transecções em contato com o campo a margem foi mais plana. Devido à falta de conhecimento da elevação exata sobre o nível do mar na área de estudo, as medições topográficas se referem ao ponto mais baixo encontrado no presente trabalho (10ª transecção). A maior elevação foi de 2,66 m acima deste ponto (12ª transecção). As transecções que apresentaram as menores elevações foram a 7ª e 8ª, com 0,28 m e 0,41 m, respectivamente.

A inundação pela maré chegou até a margem da mata nas transecções de 9 a 12, onde não há vegetação de campo separando o manguezal da mata de restinga. No entanto, estas transecções não foram inundadas pela maré, devido a diferença de elevação abrupta do terreno de aproximadamente 1,60 m. O nível de inundação nestas margens variou de 0,12 m a 0,44 m, ficando abaixo da vegetação estudada (Figura 7). Nas transecções de 1 a 8 (com uma faixa de vegetação de campo entre o manguezal e a mata de restinga), a inundação pela maré não chegou até a margem da mata.

#### 3.2 LENÇOL FREÁTICO

Os dados de monitoramento do nível d'água nos poços mostraram que o nível do lençol freático se encontra mais baixo entre os meses de agosto e dezembro (período de estiagem), e mais próximo da superfície nos meses de janeiro a maio (período chuvoso; Figura 8).

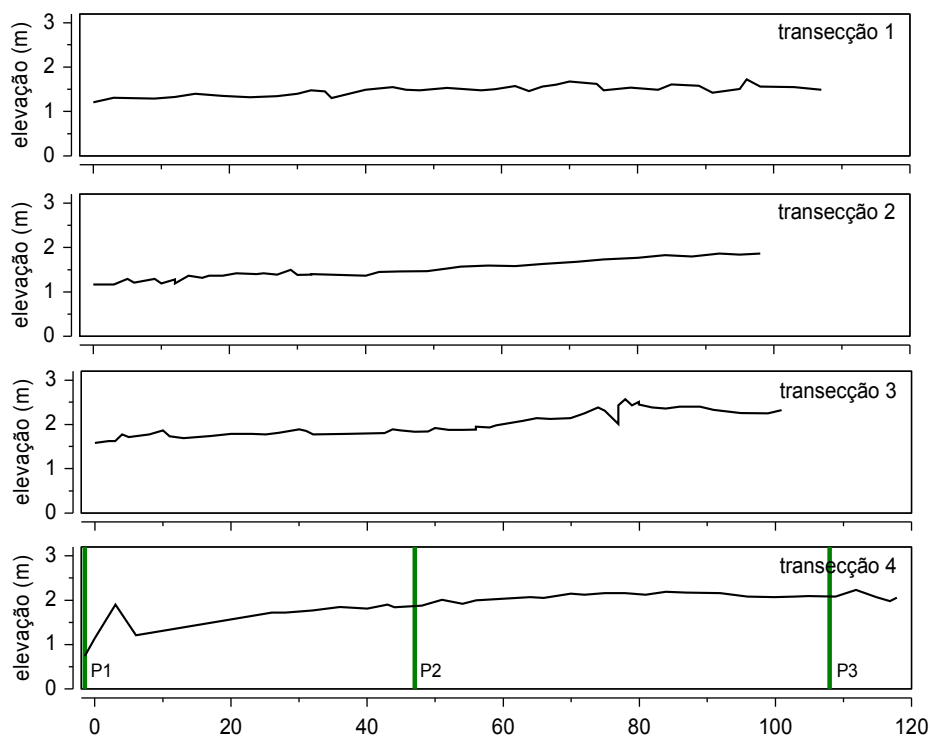


Figura 5: Perfis topográficos das transecções 1 a 4. Linha vertical indica a posição dos poços (P1: poço da margem; P2: poço do meio; P3: poço do interior).

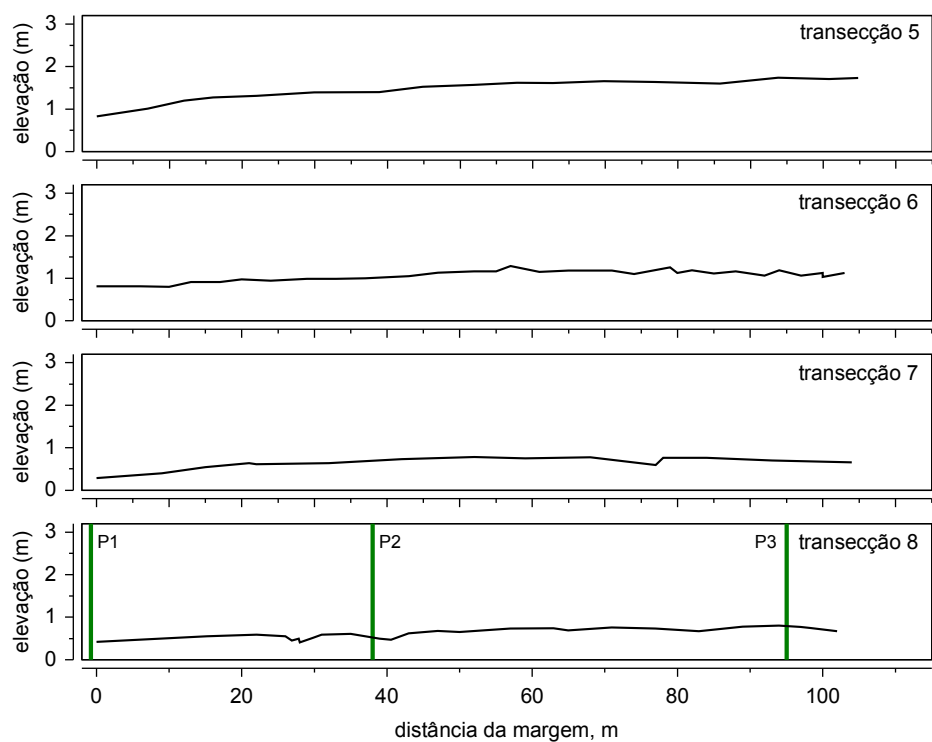


Figura 6: Perfis topográficos das transecções 5 a 8. Linha vertical indica a posição dos poços (P1: poço da margem; P2: poço do meio; P3: poço do interior).

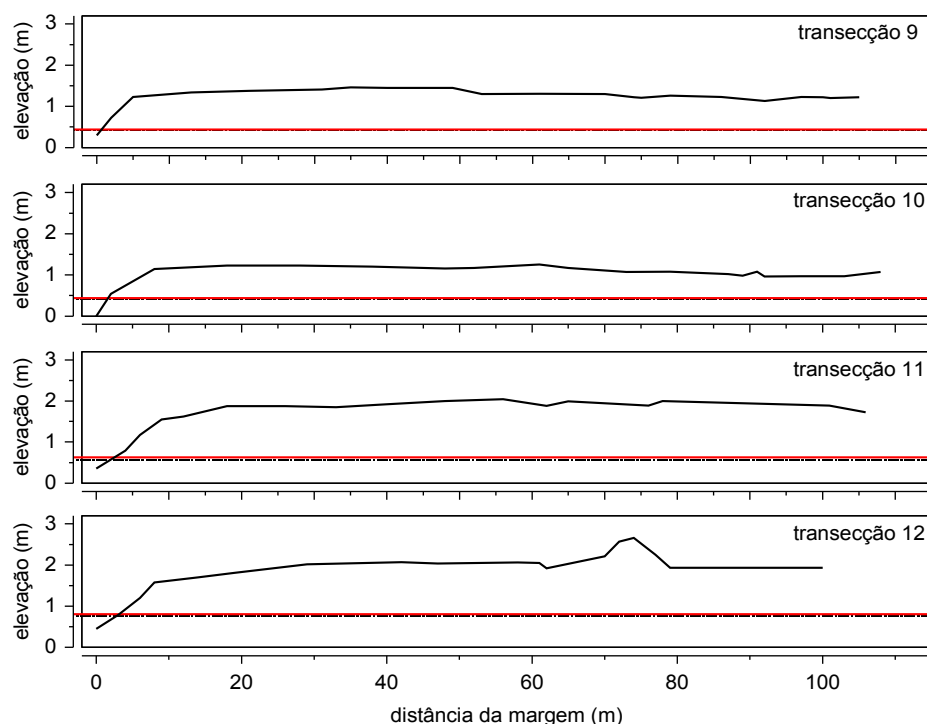


Figura 7: Perfis topográficos das transecções 9 a 12. Linhas indicam o nível de inundação pela maré. Linha pontilhada: limite da maré mais alta do dia 12 de março/2009; linha contínua: dia 19 de setembro/2009.

Em geral, os poços do meio e do final das duas transecções apresentaram um padrão similar de variação no nível d'água. Nos poços da margem foi observado que o lençol freático se encontra mais próximo à superfície do que naqueles do interior da mata. Durante os meses de setembro a dezembro de 2008 (período seco), os poços de 2 m na margem não secaram completamente. Em 2009, com exceção do poço de 2 m na margem da 4ª transecção, todos os poços já estavam secos em setembro. O grupo de poços localizado na margem da 4ª transecção se mostrou menos variável entre as profundidades de 0,5 m, 1 m e 2 m do que nos demais locais.

Apenas nos poços da margem da 4ª transecção ocorreu um afloramento do lençol freático (0,19 m acima do nível do solo), permanecendo uma lâmina de água na superfície do solo durante toda a estação chuvosa. Em outros trechos da mata (fora das parcelas), onde há um nítido declive do terreno, ocorreu um afloramento do lençol freático e a formação de poças de água, desaparecendo rapidamente com a diminuição das chuvas.

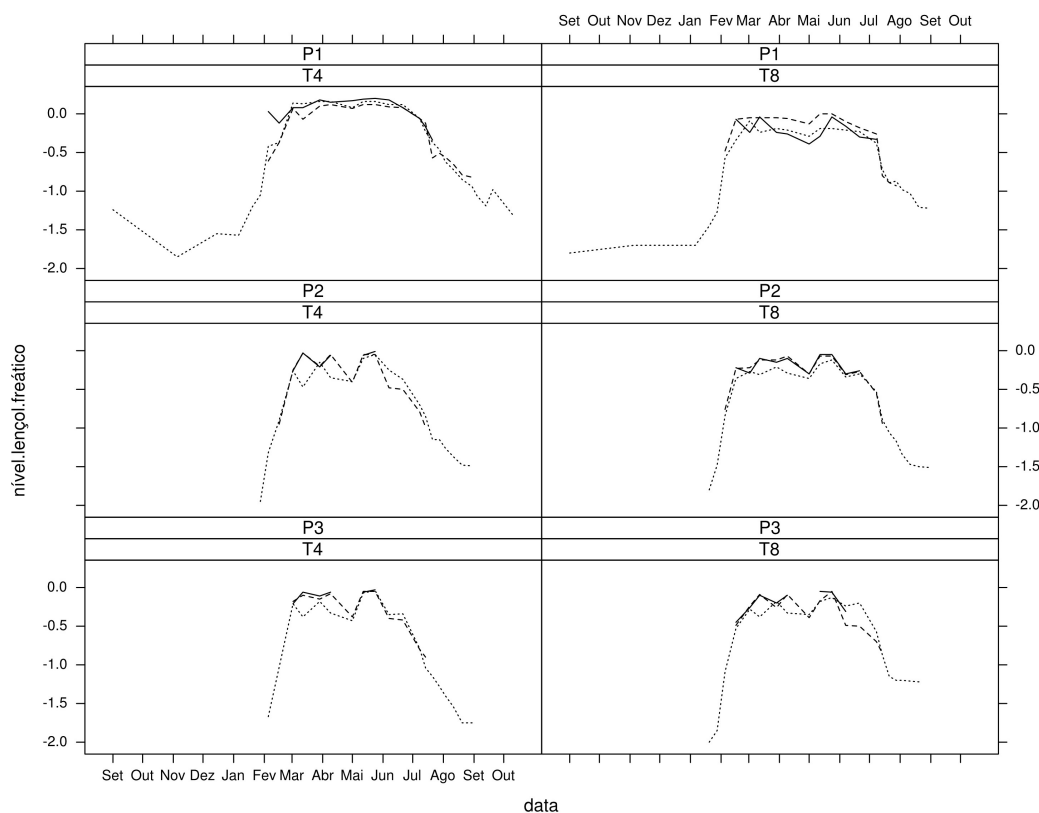


Figura 8: Nível do lençol freático nas transecções 4 (T4) e 8 (T8), período: setembro de 2008 a agosto de 2009. P1: poços da margem da mata, P2: poços do meio da transecção, P3: poços do interior da mata. Linha contínua: poço de 0,50 m de profundidade; linha tracejada: poço de 1,0; linha pontilhada: poço de 2,0 m de profundidade. A ausência de valores no diagrama (ex. Poços 2 e 3 entre setembro de 2008 e janeiro de 2009), correspondem à estação seca, onde não havia água nos poços.

### 3.2.1 Salinidade

A salinidade da água dos poços foi em geral zero; somente uma amostra apresentou um valor igual a 2 (poço de 2 m da 4ª transecção) no mês de setembro de 2009. Nesta data, foi observado que o nível do lençol freático sofreu influência da maré.

### 3.3 SOLO

Os resultados apresentados são baseados nas observações feitas durante a amostragem do solo ao longo das parcelas. Nas perfurações realizadas (1 m de profundidade), foram observadas de 2 a 5 camadas com colorações e texturas diferentes (Figura 9, 10 e 11). A camada superior (Horizonte A) se apresentou mais escura,

indicando a presença de matéria orgânica, e com textura arenosa-fina. Em alguns casos, foi registrada uma camada de areia mais grossa, com coloração cinza misturada com material mais escuro. A maior espessura dessa camada foi de 0,88 m (parcelas 7 e 8 da 1ª e 7ª transecções, respectivamente). Abaixo do Horizonte A, foi observada uma camada de solo mineral (Horizonte B) com coloração amarelada ou ferrugínea (parcela 8 da 1ª transecção), indicando a presença de compostos de ferro. Em algumas parcelas foi verificada uma camada distintamente arenosa-grossa de cor cinza claro (parcelas 8 e 9 da 3ª transecção), indicando uma possível podzolização (lavagem de nutrientes). Houve variação de coloração e textura do solo ao longo das transecções (margem-interior) e entre as diferentes transecções. Nas parcelas da 9ª e 10ª transecções foram registradas terra preta arqueológica (TPA; Kern et al., dados não publicados). A ocorrência de uma mancha adicional de TPA com pedaços de cerâmica foi registrada durante a amostragem da parcela 7 da 11ª transecção.



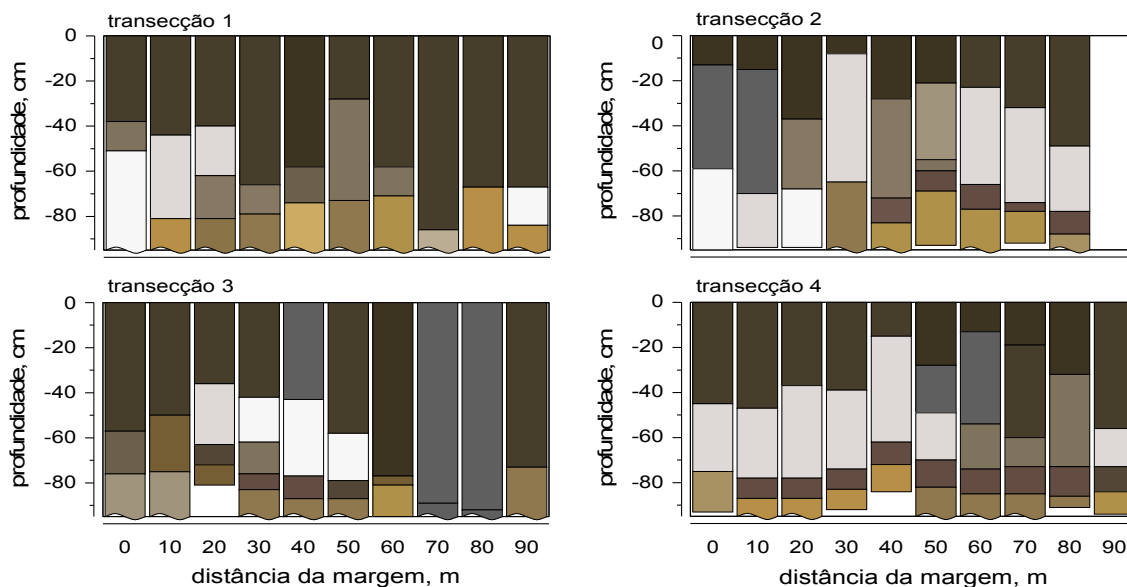


Figura 9: Perfis de cores do solo das transecções 1 a 4. Cores correspondem aproximadamente àquelas identificadas no campo através de cartela de Munsell; veja legenda na Figura 11.

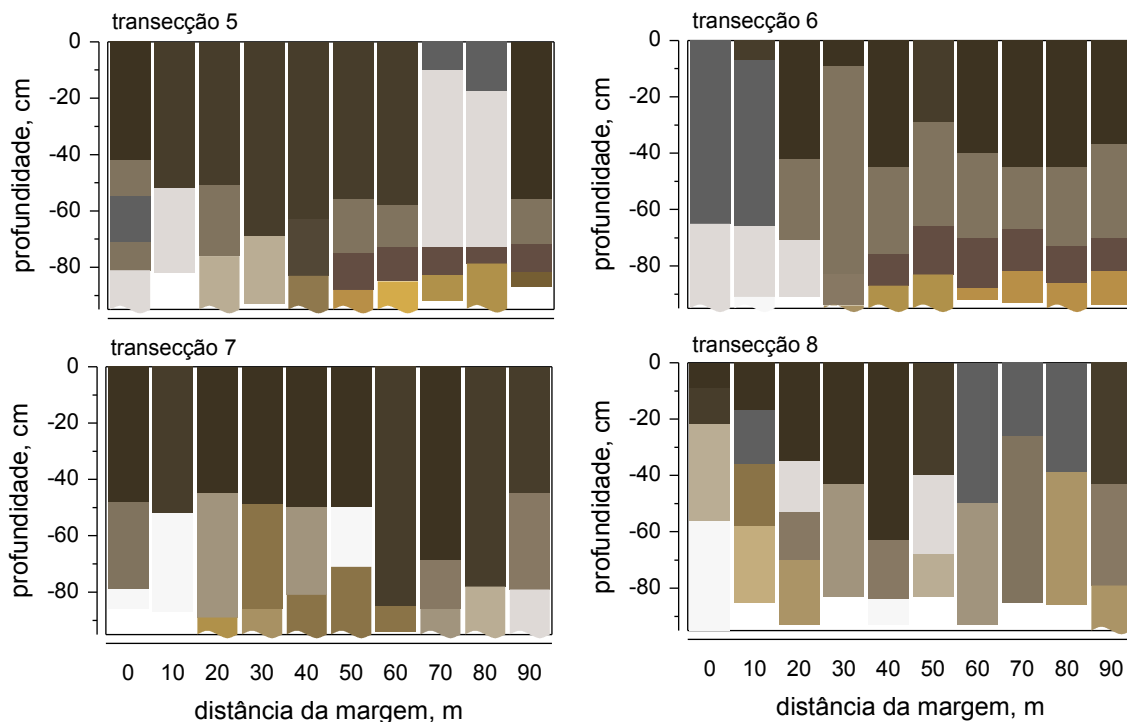


Figura 10: Perfis de cores do solo das transecções 5 a 8. Cores correspondem aproximadamente àquelas identificadas no campo através de cartela de Munsell; veja legenda na Figura 11.

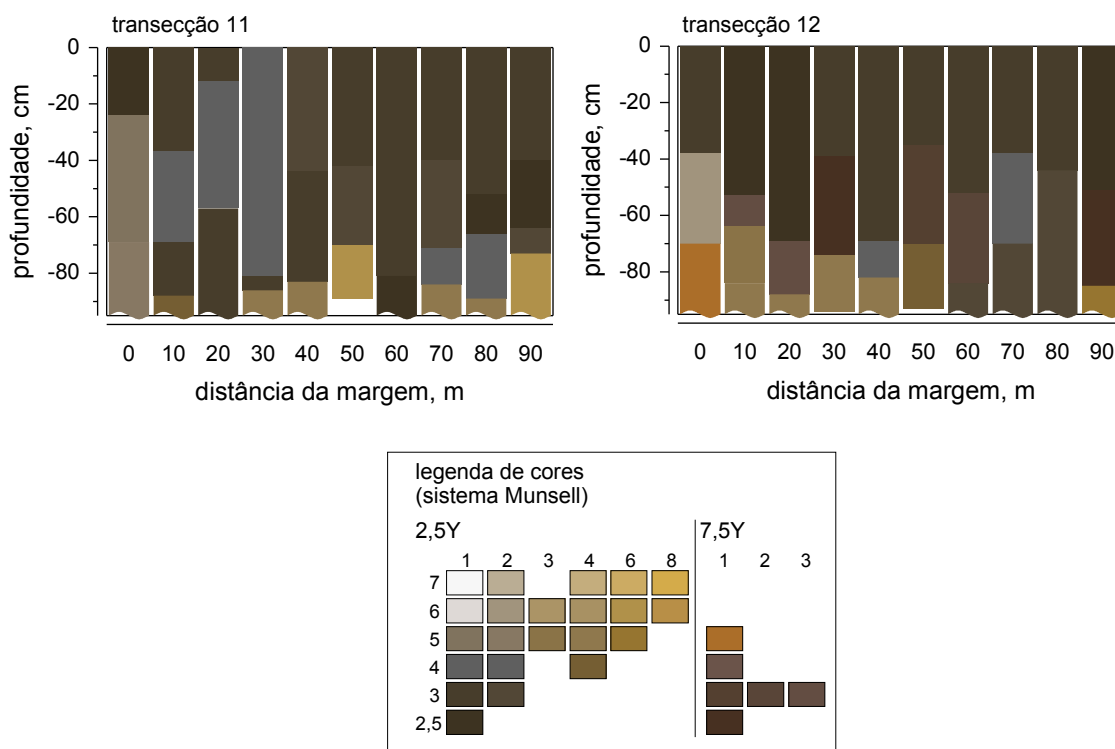


Figura 11: Perfis de cores do solo das transecções 11 e 12. Cores correspondem aproximadamente àquelas identificadas no campo através de cartela de Munsell (MUNSELL, 1994).

### 3.4 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

Foram registradas, entre as 1040 plantas amostradas, 83 espécies distribuídas em 61 gêneros e 38 famílias. Destacou-se a família Myrtaceae com 9 espécies, seguida de Fabaceae (7), Sapindaceae e Chrysobalanaceae (6). Os gêneros mais bem representados em número de espécie foram *Eugenia* (Myrtaceae) com cinco espécies, *Ficus* (Moraceae), *Casearia* (Salicaceae), *Myrcia* (Myrtaceae) e *Ouratea* (Ochnaceae) com três espécies cada um (Tabela 1).

O acréscimo de novas espécies com o aumento da área amostral não estabilizou completamente (Figura 12). As estimativas para o número total de espécies esperado na área de estudo variam entre 89 e 107 (Tabela 2).

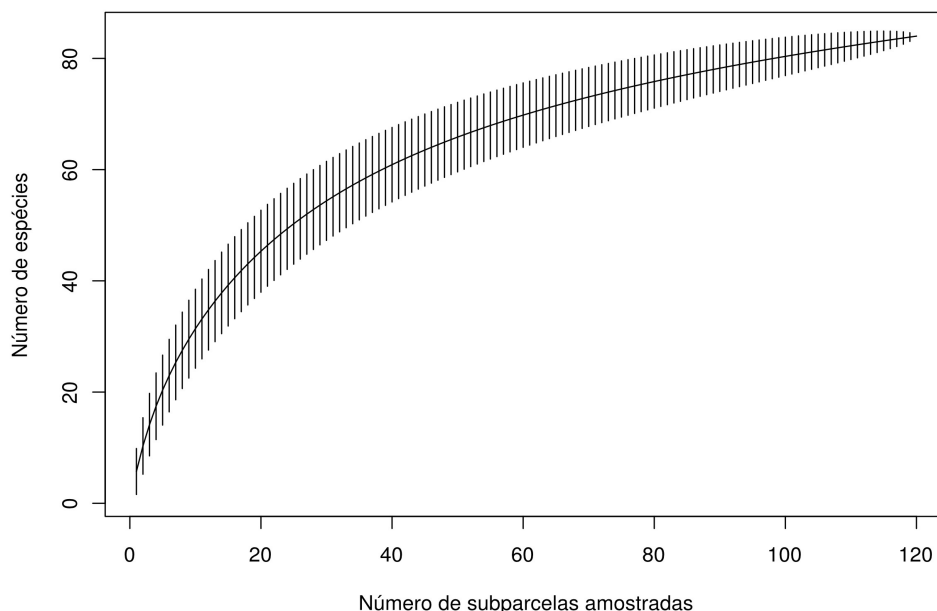


Figura 12: Acréscimo do número de espécies em relação ao aumento da área amostral. Barras transversais indicam o erro padrão.

### 3.5 LEVANTAMENTO ESTRUTURAL

#### 3.5.1 Hábito, frequência e ocorrência das espécies ao longo das transecções

As plantas amostradas se apresentaram predominantemente arbóreas (92,6%), com dossel fechado (Figura 13).

As espécies com maior frequência relativa (Figura 14) foram *Protium heptaphyllum* (presente em 50% das parcelas), *Eschweilera ovata* (47%), *Garcinia madruno* (35%), *Aniba citrifolia* (32%), *Simarouba amara* (28%), *Astrocaryum vulgare* (24%), *Pouteria ramiflora* (23%) e *Attalea maripa* (23%). Tabela 1 mostra a frequência de todas as espécies ocorrentes na área de estudo.

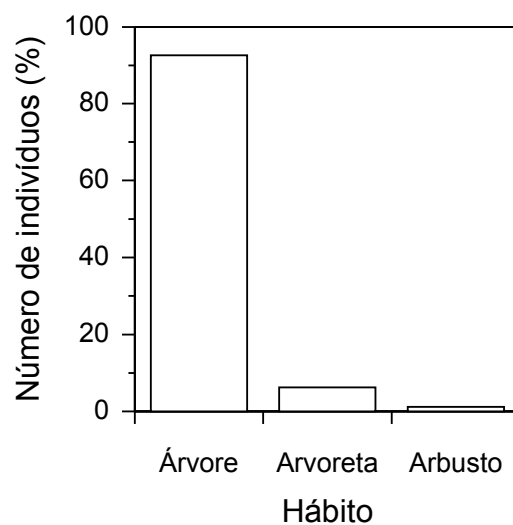


Figura 13: Número de indivíduos por hábito na área de estudo.

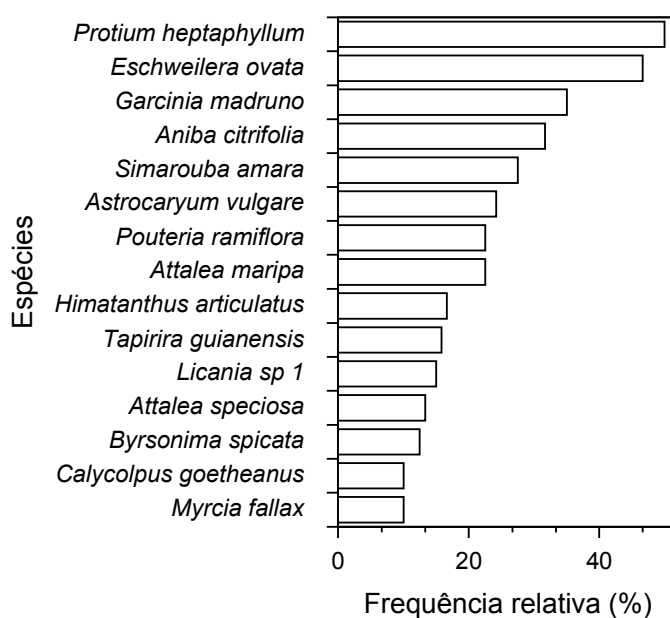


Figura 14: Frequências relativas (porcentagem das subparcelas de 100 m<sup>2</sup> com ocorrência da espécie em questão; n=120 subparcelas) das 15 espécies mais frequentes na área de estudo.

Analisando a distribuição das espécies mais frequentes ao longo do gradiente margem-interior do fragmento, podemos observar que *P. heptaphyllum*, *G. madruno*, *E. ovata*, *S. amara* e *H. articulatus* estão ocorrendo ao longo de todas as transecções. Algumas espécies foram registradas apenas na margem (ex. *Spondias mombin*, *Pera glabrata*, *Andira retusa* e *Sapium* sp.), outras foram registradas somente no interior (ex. *Bactris campestris*, *Ficus amazonica*, *Ficus gomelleira*, *Ficus nymphaeifolia* e *Miconia* sp.). *A. vulgare* ocorreu principalmente na margem da mata. Já as espécies *A. maripa* e *Cecropia* sp. foram mais frequentes no interior. A Figura 15 mostra os histogramas de ocorrência em relação à distância margem-interior das 15 espécies mais frequentes.

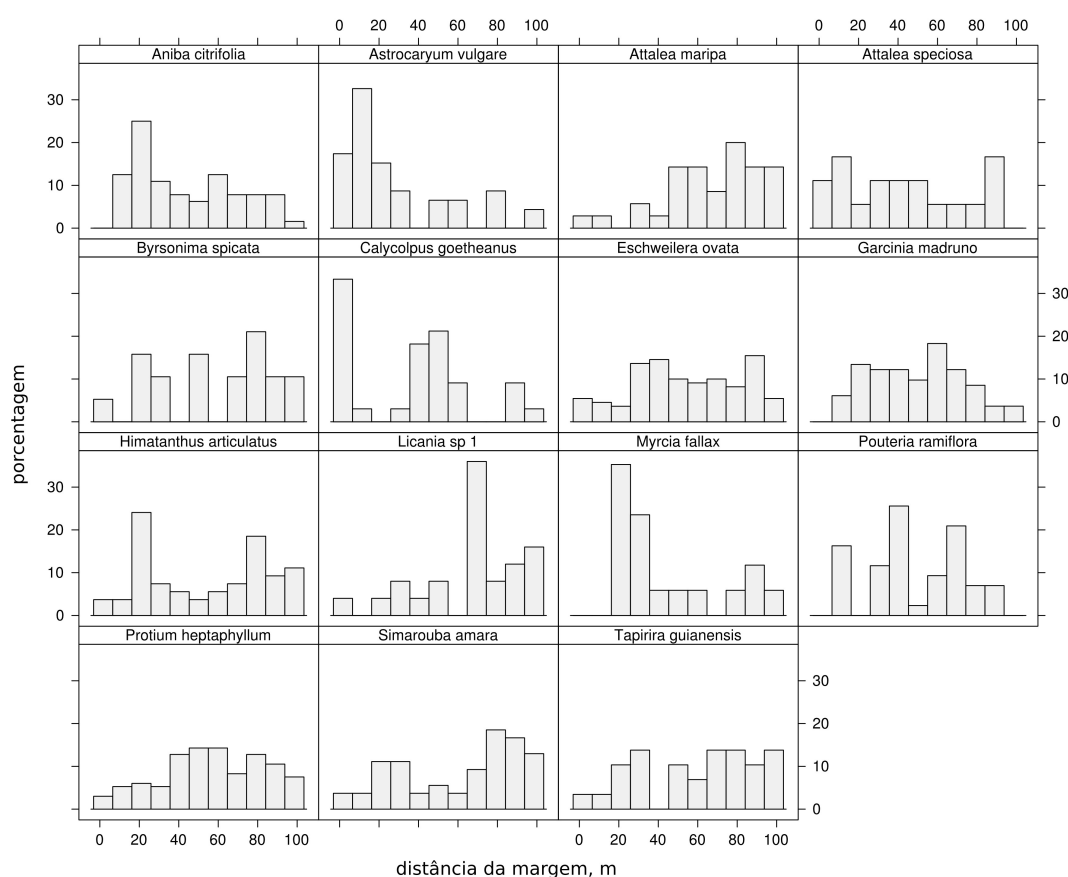


Figura 15: Histogramas mostrando a distribuição das 15 espécies mais frequentes da área de estudo em relação à distância da margem da mata. (*A. citrifolia*, n=46; *A. vulgare*, n=45; *A. maripa*, n=34; *A. speciosa*, n=17; *B. spicata*, n=24; *C. goetheanus*, n=16; *E. ovata*, n=82; *G. madruno*, n=82; *H. articulatus*, n=52; *Licania* sp 1, n=23; *M. fallax*, n=15; *P. ramiflora*, n=33; *P. heptaphyllum*, n=122; *S. amara*, n=53; *T. guianensis*, n=27).

*Talisia cerasina* foi mais frequente nas transecções em contato com o manguezal, enquanto que *A. vulgare* teve maior frequência nas transecções em contato com o campo. As Figuras 16 e 17 mostram os histogramas de ocorrência em relação à distância margem-interior das 15 espécies mais frequentes nas transecções em contato com o manguezal e campo, respectivamente. Embora *P. heptaphyllum* esteja presente em ambos os tipos de transecções, ela se mostrou menos frequente nos primeiros 40 m das transecções em contato com o campo.

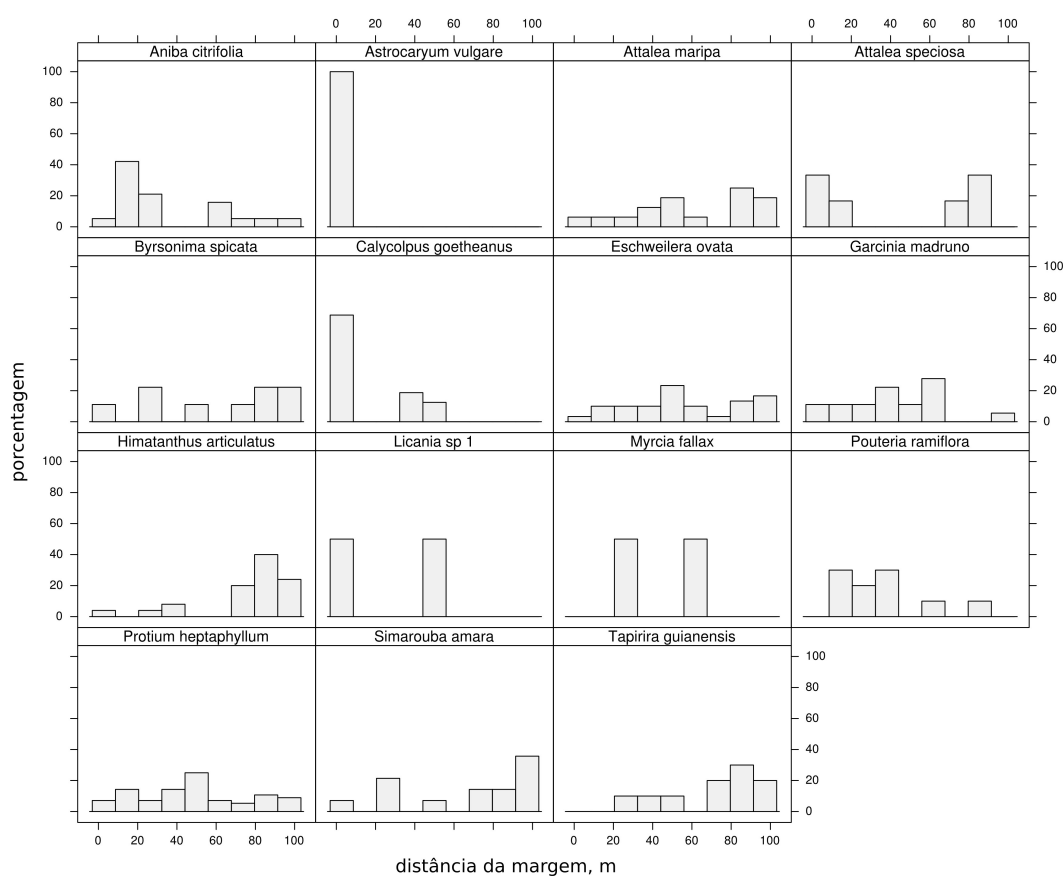


Figura 16: Histogramas mostrando a distribuição das 15 espécies mais frequentes da área de estudo em relação à distância da margem da mata, nas transecções em contato com o manguezal. (*A. citrifolia*, n=46; *A. vulgare*, n=45; *A. maripa*, n=34; *A. speciosa*, n=17; *B. spicata*, n=24; *C. goetheanus*, n=16; *E. ovata*, n=82; *G. madruno*, n=82; *H. articulatus*, n=52; *Licania* sp 1, n=23; *M. fallax*, n=15; *P. ramiflora*, n=33; *P. heptaphyllum*, n=122; *S. amara*, n=53; *T. guianensis*, n=27).

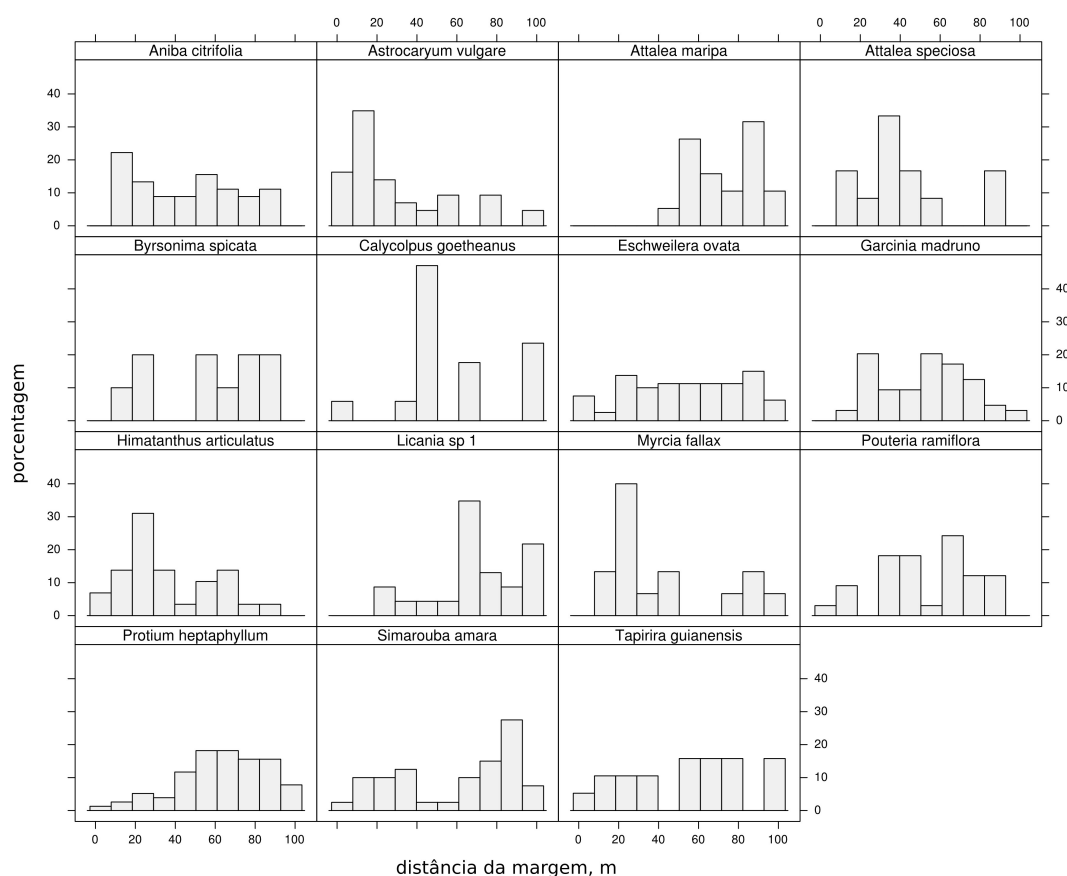


Figura 17: Histogramas mostrando a distribuição das 15 espécies mais frequentes da área de estudo em relação à distância da margem da mata nas transecções em contato com o campo. (*A. citrifolia*, n=46; *A. vulgare*, n=45; *A. maripa*, n=34; *A. speciosa*, n=17; *B. spicata*, n=24; *C. goetheanus*, n=16; *E. ovata*, n=82; *G. madruno*, n=82; *H. articulatus*, n=52; *Licania* sp 1, n=23; *M. fallax*, n=15; *P. ramiflora*, n=33; *P. heptaphyllum*, n=122; *S. amara*, n=53; *T. guianensis*, n=27).

A análise através de um modelo de efeitos mistos mostrou que não existe significância no número de espécies para os efeitos fixos “parcela” e “transecção adjacente mangue/campo” nem para a interação entre eles (Apêndice 1).

Os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e Simpson ( $D$ ), calculados para as parcelas 1 a 10 de todas as transecções, mostram que não existe uma tendência de mudança na diversidade de espécies da margem para o interior do fragmento (Figura 18).

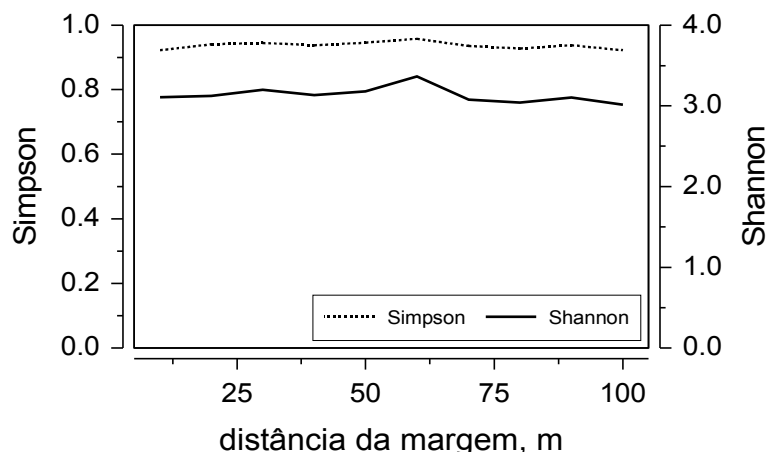


Figura 18: Índices de diversidade de Shannon e Simpson calculados para as subparcelas 1 a 10 (10×10 m<sup>2</sup>), representando mudanças de diversidade entre margem e interior da mata.

A comparação do conjunto de espécies nas parcelas através de técnicas multivariadas de agrupamento (MDS) não mostrou grupos claramente separados (margem e interior), e os fatores distância da margem e elevação não mostraram correlação com os dados agrupados (Figura 19). Um conjunto de dados reduzindo às espécies com ocorrência de pelo menos 5 indivíduos não mostrou um padrão mais claro (Apêndice 2).

### 3.5.2 Área basal

A área basal média das parcelas (todas as espécies) foi de  $20,3 \pm 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . A análise através de um modelo de efeitos mistos não mostrou significância para os efeitos fixos “parcela” e “transecção adjacente mangue/campo” nem para a interação entre eles (Apêndice 3). Conforme o modelo, a Figura 20 mostra que a área basal não apresenta uma tendência significativa da margem para o interior da mata. A Figura 21 mostra a área basal média das transecções. As espécies com maiores valores de área basal (Figura 22) foram *Aniba citrifolia* (média das parcelas:  $2,4 \pm 1,7 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), *Eschweilera ovata* ( $2,1 \pm 1,6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), *Simarouba amara* ( $1,3 \pm 1,6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). A área basal média de todas as espécies está representada na Tabela 1.



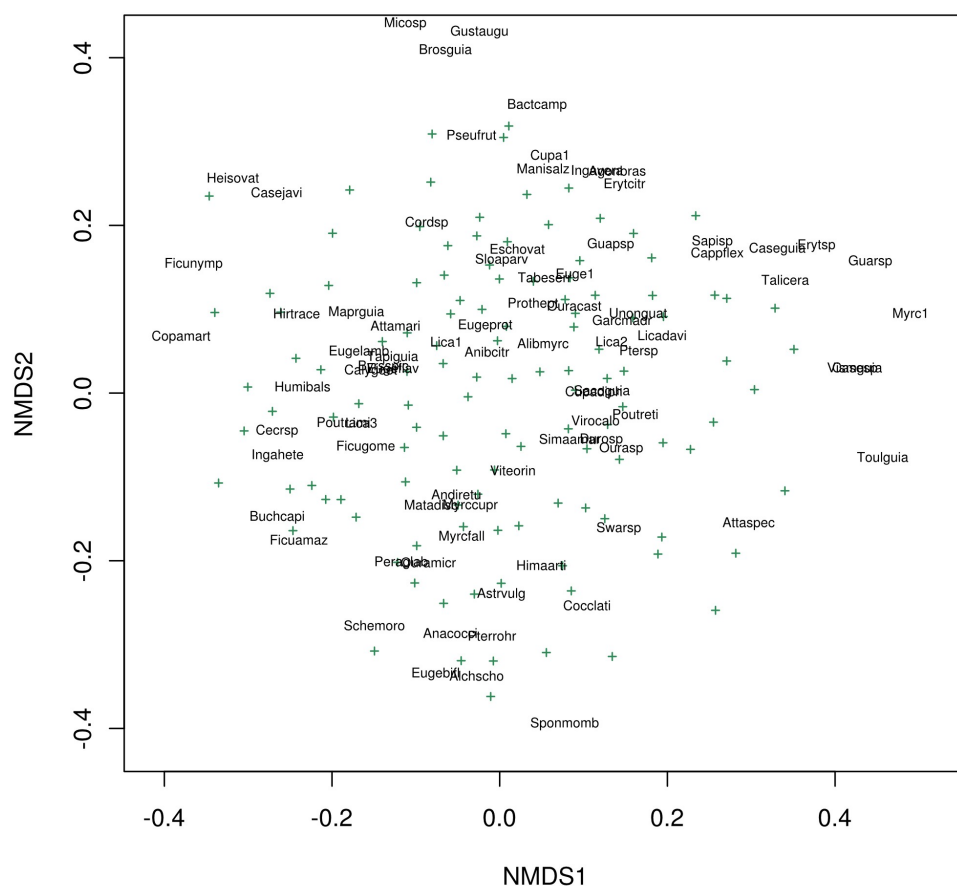


Figura 19: Representação gráfica de uma ordenação das espécies da área de estudo através de Escalamto Multidimensional (*Multidimensional Scaling*, MDS). Dois fatores abióticos (distância da margem e elevação) foram utilizados através de um processo de adaptação (*fit*) ao MDS para, explorar a relação entre agrupamentos de espécies e o seu ambiente. Nomes de espécies abreviados (4 letras do gêneros/do epíteto específico, respectivamente; cf. Tabela 1).

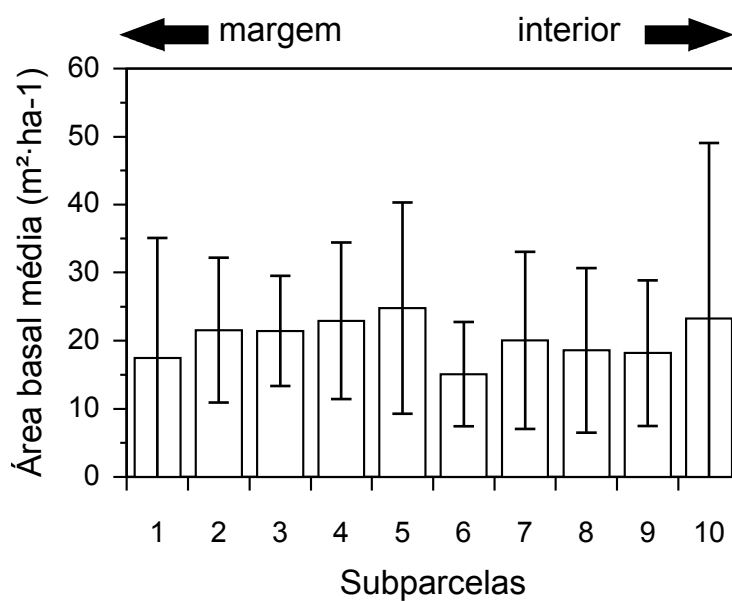


Figura 20: Área basal média com desvio padrão das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).

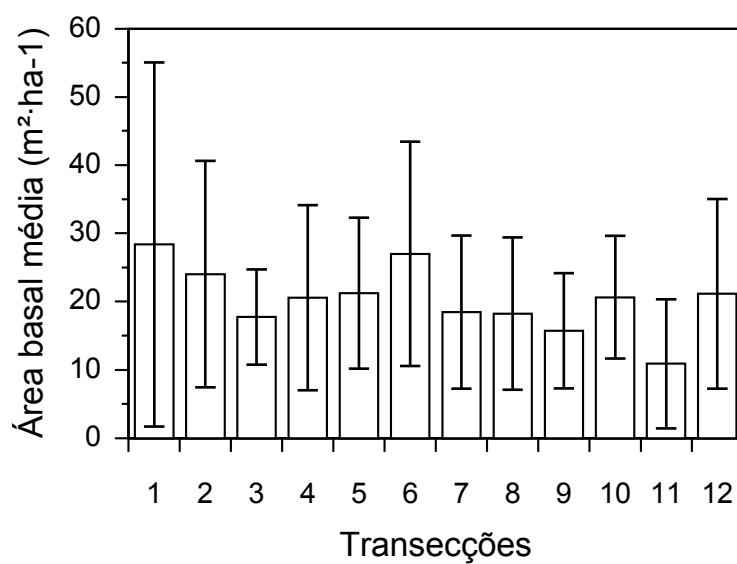


Figura 21: Área basal média com desvio padrão das transecções 1 a 12.

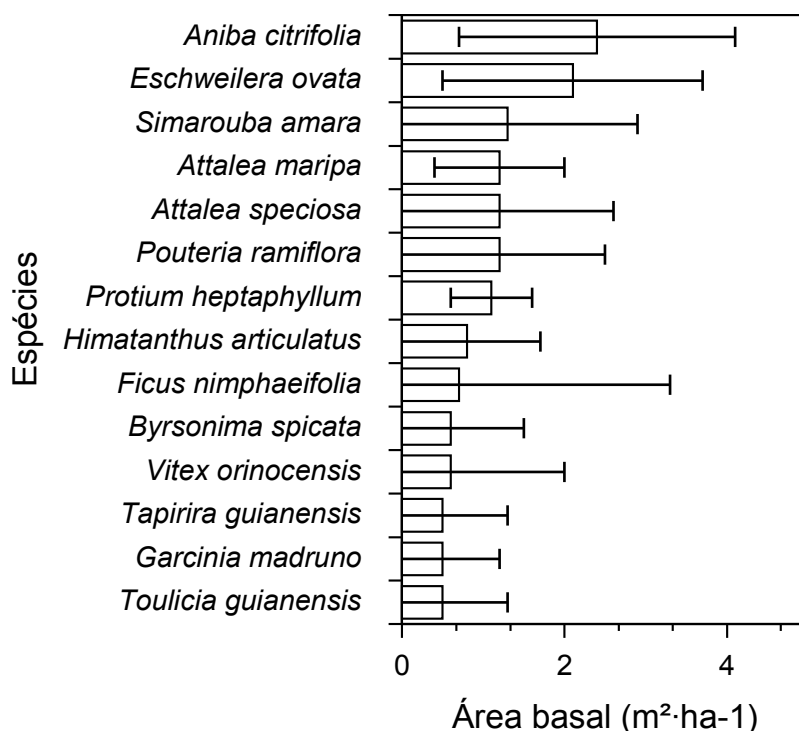


Figura 22: Área basal média com desvio padrão das 14 espécies com maior área basal.

### 3.5.3 Densidade

As parcelas apresentaram densidade média de  $844,2 \pm 216,3 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ . A análise através de um modelo de efeitos mistos também não mostrou significância na densidade para os efeitos fixos “parcela” e “transecção adjacente mangue/campo” e nem para a interação entre eles (Apêndice 4). A Figura 23 mostra que não houve um aumento da densidade da margem para o interior da mata. A densidade das transecções encontra-se na Figura 24. As espécies *Protium heptaphyllum*, *Eschweilera ovata* e *Garcinia madruno* apresentaram os maiores valores de densidade média, com  $105 \pm 93,9 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $75 \pm 43,2 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$  e  $68,3 \pm 80,3 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ , respectivamente (Figura 25). Na Tabela 1 encontra-se a densidade de todas as espécies.

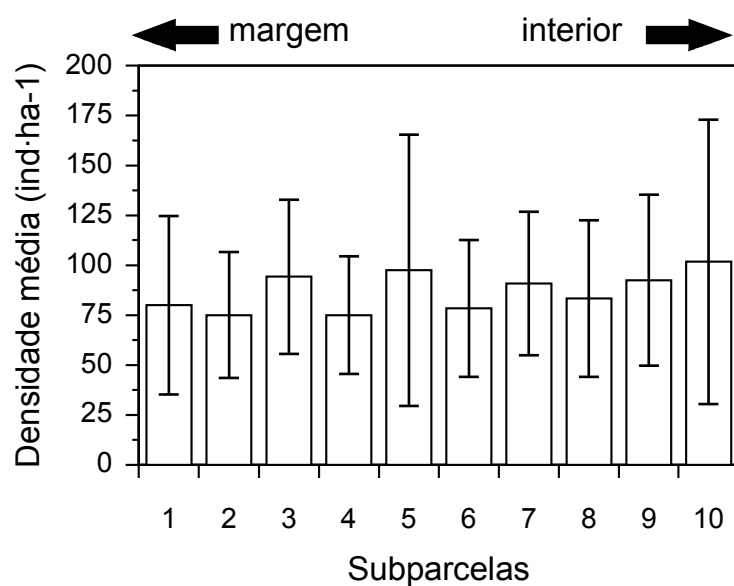


Figura 23: Densidade média com desvio padrão das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).

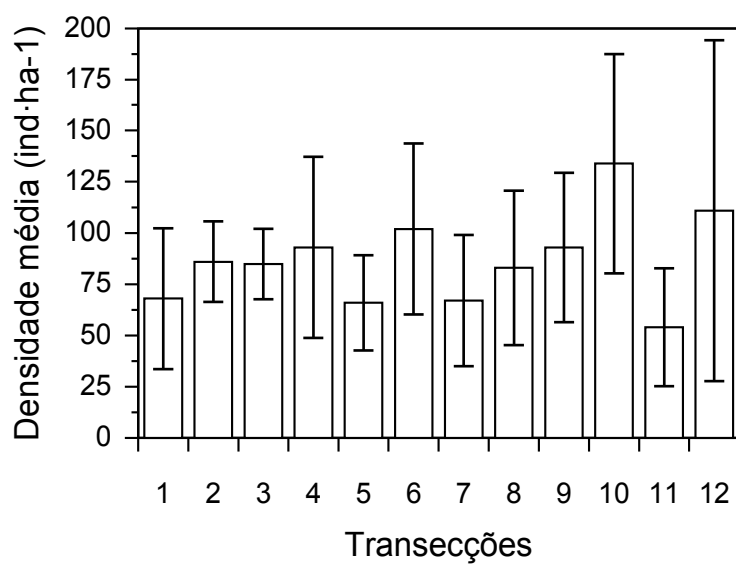


Figura 24: Densidade média com desvio padrão das transecções 1 a 12.

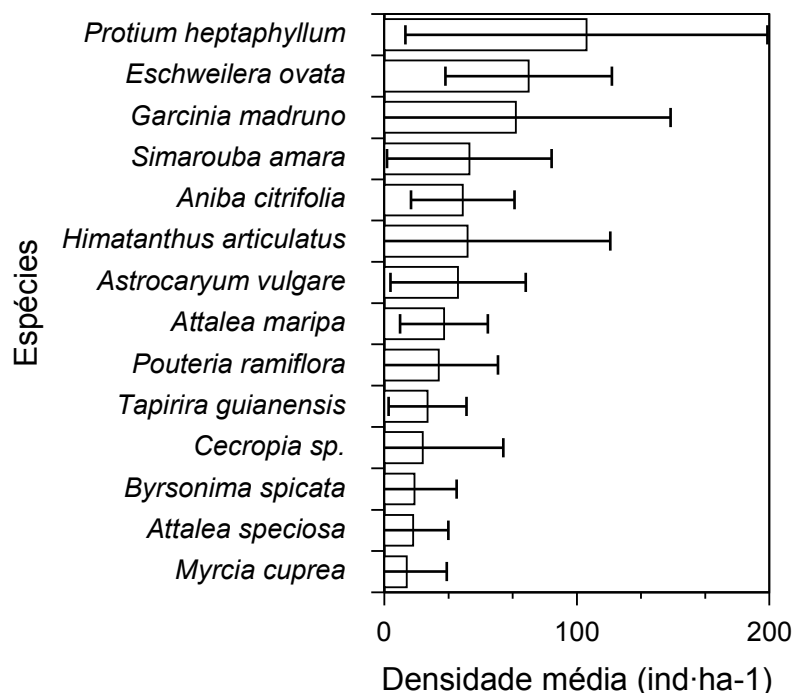


Figura 25: Densidade média com desvio padrão das 14 espécies com maior densidade.

#### 3.5.4 Diâmetro médio e distribuição de diâmetro

A média geral de DAP da área foi  $0,13 \pm 0,02$  m. A distribuição de classes de diâmetro variaram pouco com a distância à margem. A maioria dos indivíduos se encontram nas menores classes de diâmetro. Nas duas últimas subparcelas das transecções (interior da mata) a porcentagem das árvores com dap  $< 0,1$  m se mostrou elevada em comparação com as outras subparcelas (Figura 26). Não foram observadas diferenças significativas de diâmetro entre as transecções (Figura 27) e nem ao longo do gradiente margem-interior da área estudada (Figura 28; fator "distância" não significativo no modelo de efeitos mistos Apêndice 5). As espécies com maiores valores de DAP (Figura 29) foram *Ficus nymphaeifolia* (1,08 m), *Buchenavia capitata* (0,6 m) *Sapium sp.* (0,4 m) e *Humiria balsamifera* (0,4 m). O DAP médio de todas as espécies encontra-se na Tabela 1.

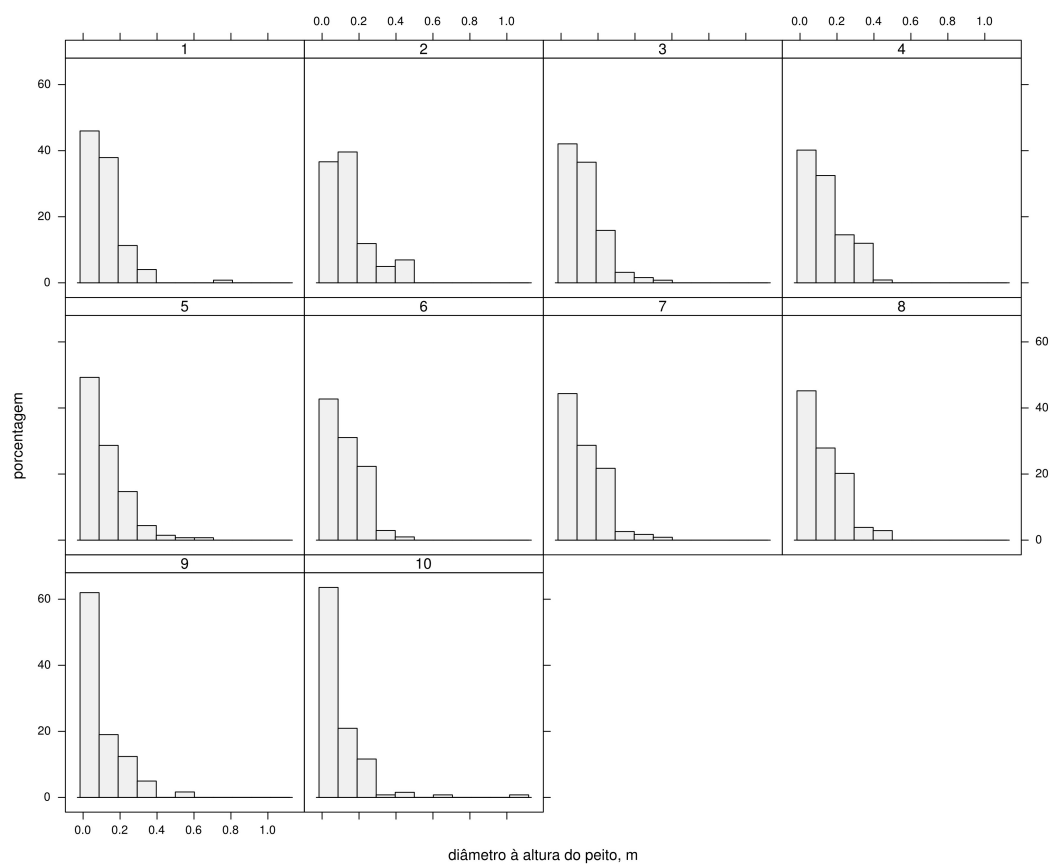


Figura 26: Classes de diâmetro dos troncos à altura do peito das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).

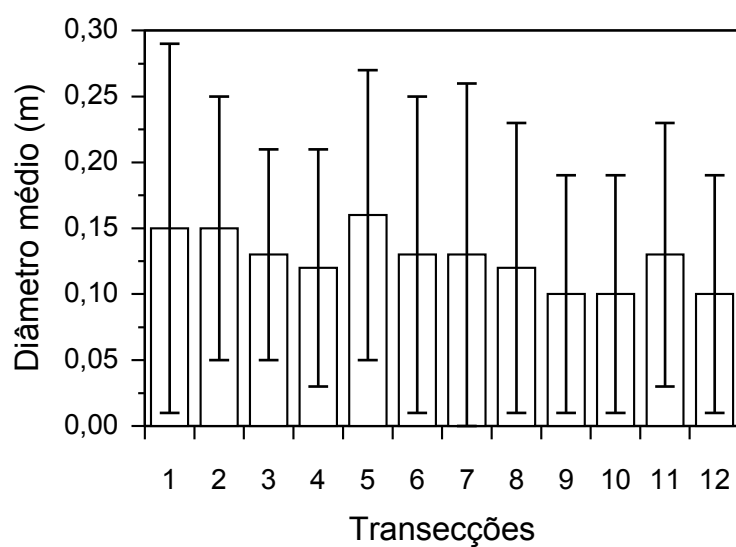


Figura 27: Diâmetro médio com desvio padrão das transecções 1 a 12.

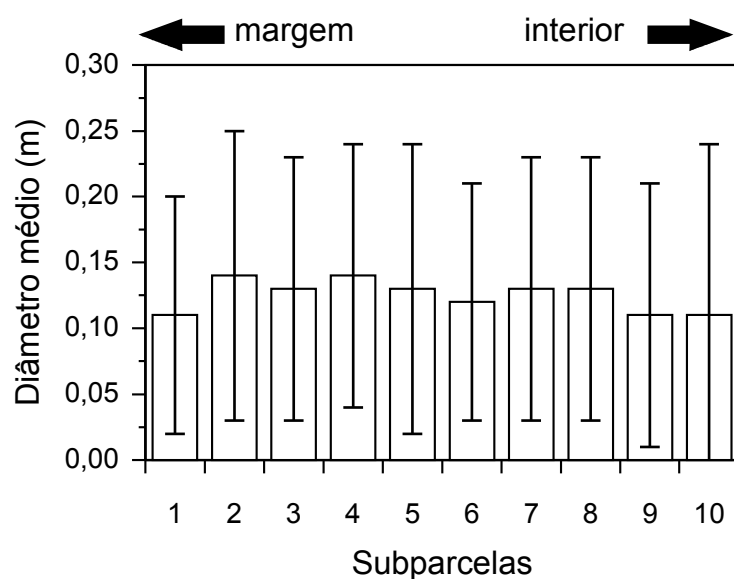


Figura 28: Diâmetro médio com desvio padrão das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0-100 m).

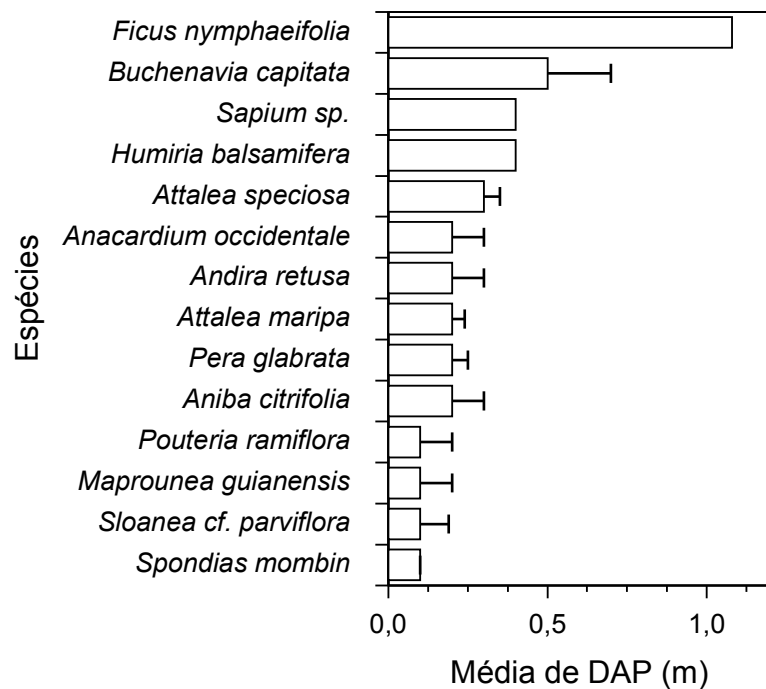


Figura 29: Diâmetro médio com desvio padrão das 14 espécies com maior diâmetro.

### 3.5.5 Altura média e máxima, distribuição em classes de altura

A altura dos indivíduos amostrados variou entre 2 e 24 metros, com altura-média total de  $9,0 \pm 0,8$  m. Os maiores valores de altura foram encontrados na 1ª, 7ª e na 12ª transecções. A 1ª e a 9ª transecções apresentaram maior e menor altura média, respectivamente ( $10,0 \pm 4,5$  e  $7,5 \pm 3,0$  m; Figura 30). Os histogramas de altura das parcelas 1 a 10 (margem/interior da mata) apresentaram distribuição sinoidal ou bimodal, com a maioria dos indivíduos nas classes de altura  $< 10$  m (Figura 31). Não houve diferenças significativas de altura da margem para o interior da área (Figura 32). No modelo de efeitos mistos, o fator "distância à margem" não se mostrou significativo (Apêndice 6). As espécies com maiores valores de altura (Figura 33) foram *Copaifera martii* ( $17,3 \pm 6,05$  m) e *Toulicia guianensis* ( $15,5 \pm 0,7$  m). Na Tabela 1 encontra-se a altura média de todas as espécies.

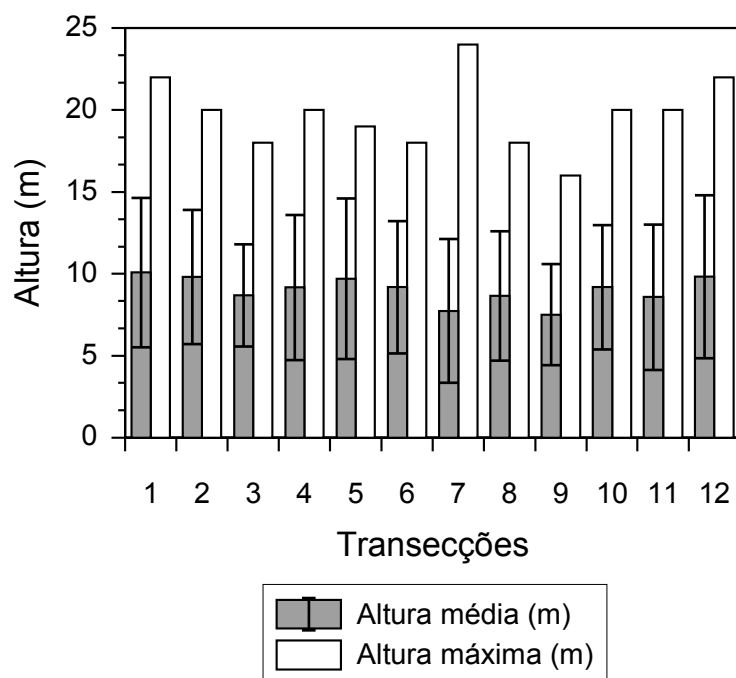


Figura 30: Altura média com desvio padrão e altura máxima das transecções 1 a 12.



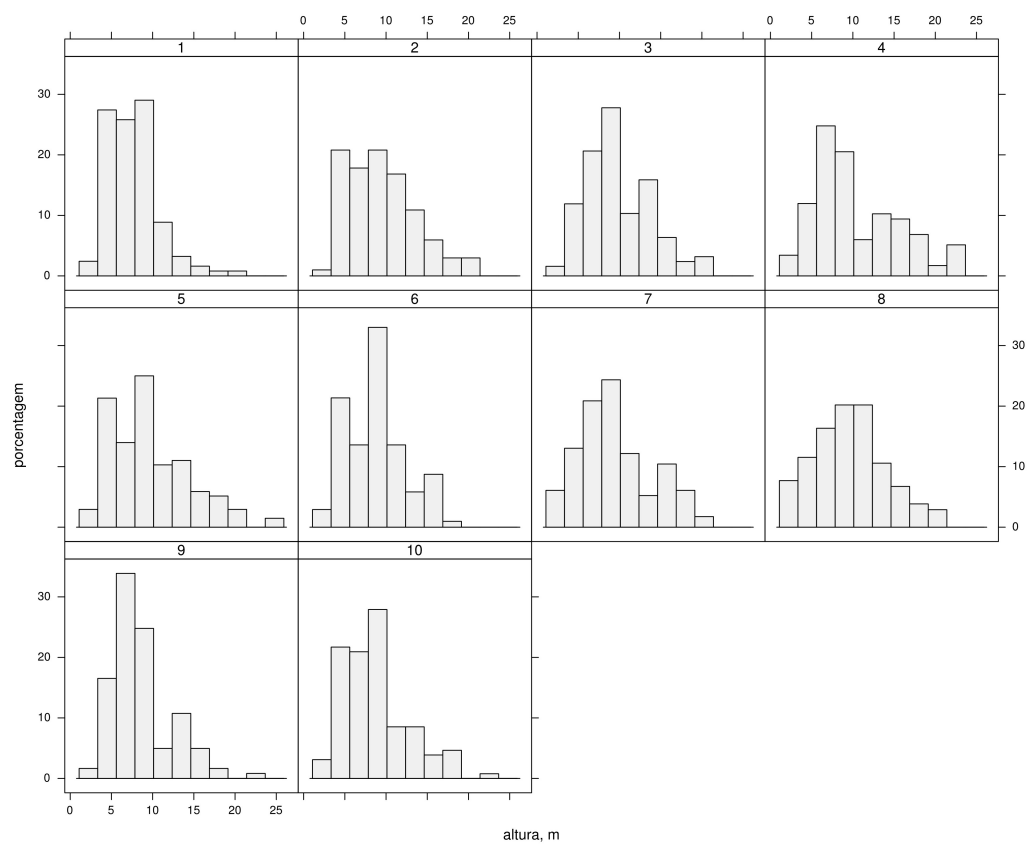


Figura 31: Classes de altura das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).

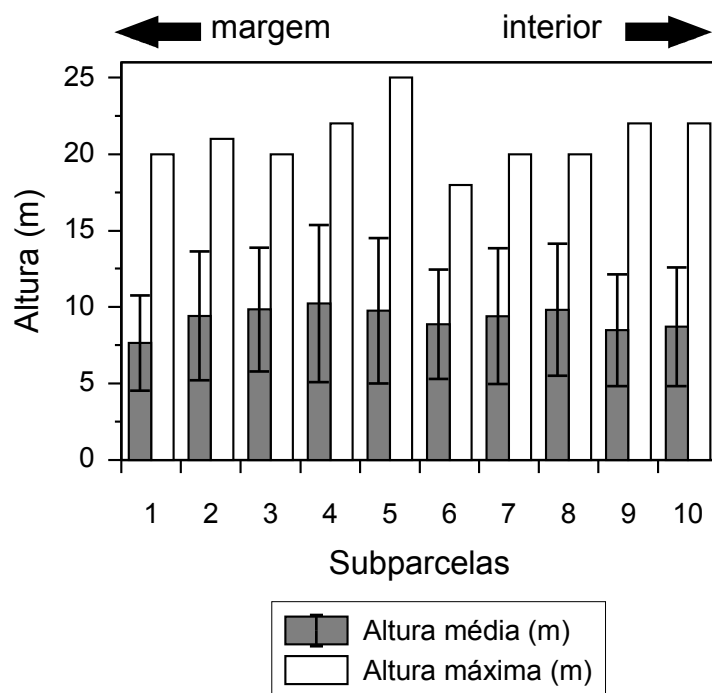


Figura 32: Altura média com desvio padrão e altura máxima das subparcelas 1 a 10 no sentido "margem-interior" da mata (0 a 100 m).

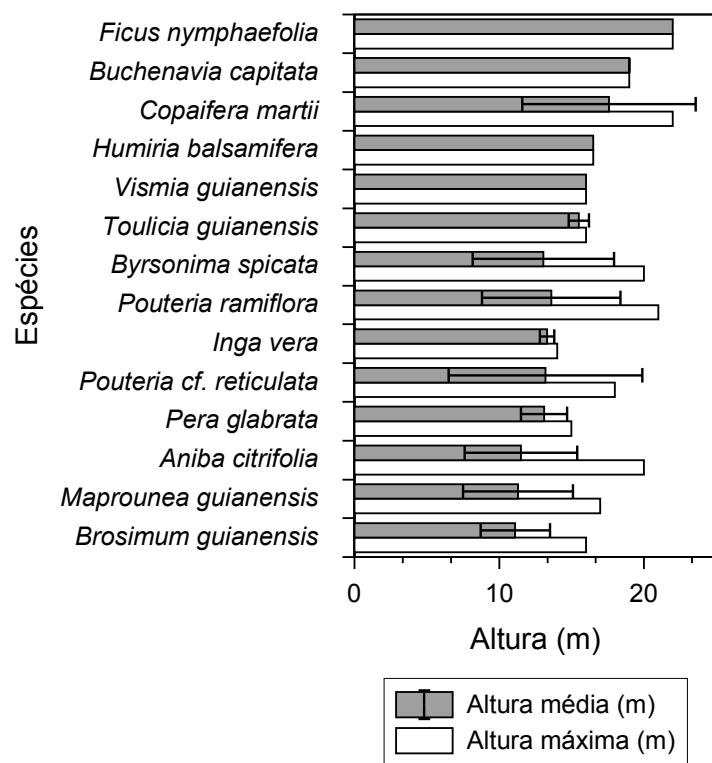


Figura 33: Altura média com desvio padrão e altura máxima das 14 espécies com maior altura.

Tabela 1: Famílias organizadas por ordem alfabética. Frequência relativa (F; porcentagem das subparcelas de 10×10 m, em que a espécie em questão ocorre), área basal (AB; m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>), densidade (D; ind·ha<sup>-1</sup>), diâmetro à altura do peito (DAP; cm), altura (ALT; m) e desvio padrão. Espécies até agora não registradas em outras restingas do Estado do Pará estão marcadas com o símbolo •.

Família/Espécie	F	AB	D	DAP	ALT
<b>Anacardiaceae</b>					
<i>Anacardium occidentale</i> L.	3,3	0,3±0,8	5,0±10,0	0,2±0,1	9,0±4,6
<i>Spondias mombin</i> L.	0,8	0,03±0,1	1,7±5,8	0,1±0	5,5±0,7
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	15,8	0,5±0,8	22,5±20,1	0,1±0,09	9,7±4,1
<b>Annonaceae</b>					
<i>Unonopsis guatterioides</i> R.E. Fr.	• 0,8	0,001±0,004	0,8±2,9	0,04	6
<b>Apocynaceae</b>					
<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	16,6	0,8±0,9	43,3±74,1	0,1±0,1	10,0±5,1
<b>Araliaceae</b>					
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	• 2,5	0,04±0,1	3,3±6,5	0,1±0,08	10,8±4,7
<b>Arecaceae</b>					
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	22,5	1,2±0,8	31,0±22,8	0,2±0,04	12,2±2,9
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	• 13,3	1,2±1,4	15,5±18,3	0,3±0,05	14,3±4
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	24,1	0,3±0,3	38,3±35,1	0,1±0,02	8,4±2,8
<i>Bactris campestris</i> Poepp. ex Mart.	• 0,8	0,001±0,004	0,8±2,9	0,04	10
<b>Bignoniaceae</b>					
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nicholson	G. • 5	0,1±0,6	5,0±6,7	0,1±0,1	9,5±7,3
<b>Boraginaceae</b>					
<i>Cordia</i> sp.	• 4,1	0,07±0,1	5,8±11,6	0,1±0,03	10,1±2,1
<b>Burseraceae</b>					
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	50	1,1±0,5	105±93,9	0,1±0,06	8,7±3,1
<b>Capparaceae</b>					
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	2,5	0,01±0,03	2,5±6,2	0,08±0,04	9±3
<b>Chrysobalanaceae</b>					
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	6,6	0,01±0,02	7,5±11,4	0,05±0,02	6,6±1,2
<i>Licania davillifolia</i> Benoist	• 7,5	0,03±0,08	7,5±12,2	0,06±0,04	7,1±2,5
<i>Licania</i> sp 1	• 15	0,3±0,5	19,2±20,7	0,09±0,1	7,5±5,1
<i>Licaina</i> sp 2	• 3,3	0,07±0,1	3,3±4,9	0,1±0,07	10±2,3
<i>Licania</i> sp 3	• 5,8	0,07±0,1	6,7±8,9	0,1±0,07	9,3±4,3

Família/Espécie	F	AB	D	DAP	ALT
Clusiaceae					
<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	• 35	0,5±0,7	68,3±80,3	0,08±0,06	7,1±2,6
Combretaceae					
<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	• 0,8	0,3±1,2	0,8±2,9	0,5±0,2	19±0
Elaeocarpaceae					
<i>Sloanea cf. parviflora</i>	• 4,1	0,1±0,2	4,2±7,9	0,1±0,09	10,6±3,9
Erythroxylaceae					
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	1,6	0,001±0,003	2,5±6,2	0,03±0	3,8±0,5
<i>Erythroxylum</i> sp.	0,8	0,0006±0,01	0,8±2,9	0,04	3
Euphorbiaceae					
<i>Alchornea schomburgkii</i> Klotzsch	• 1,6	0,01±0,02	1,7±3,9	0,07±0,06	7,3±3,7
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	• 6,6	0,3±0,7	8,3±17,5	0,1±0,1	11,3±3,8
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	• 1,6	0,09±0,3	2,5±8,7	0,2±0,05	13,1±1,6
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0,8	0,1±0,4	0,8±2,9	0,44	13
Fabaceae-Caesalpinioideae					
<i>Copaifera martii</i> Hayne	4,1	0,4±1,0	4,2±10,0	0,2±0,1	17,6±6,0
Fabaceae-Faboideae					
<i>Andira retusa</i> (Poir.) Kunth	2,5	0,1±0,3	2,5±6,2	0,2±0,1	10,0±6,3
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	• 2,5	0,1±0,3	3,3±8,9	0,1±0,1	10,1±4,8
<i>Pterocarpus</i> sp.	• 3,3	0,03±0,1	3,3±8,9	0,09±0,06	8,3±5,4
<i>Swartzia lauriflora</i> Benth.	0,8	0,01±0,05	0,8±2,9	0,15	11
Fabaceae-Mimosoideae					
<i>Inga vera</i> Willd.	• 2,5	0,003±0,006	2,5±4,5	0,04±0,01	5,6±1,6
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	1,6	0,02±0,08	2,5±8,7	0,1±0,04	13,3±0,5
Humiriaceae					
<i>Humiria balsamifera</i> Aubl.	0,8	0,1±0,4	0,8±2,9	0,43	16,5
<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	5,8	0,1±0,4	5,8±7,9	0,1±0,1	10,1±3,8
Hypericaceae					
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	• 0,8	0,01±0,05	0,8±2,9	0,16	16

Família/Espécie	F	AB	D	DAP	ALT
Lamiaceae					
<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	• 4,1	0,6±1,4	5,8±9,0	0,3±0,2	8±2,9
Lauraceae					
<i>Aniba citrifolia</i> (Nees) Mez	31,6	2,4±1,7	40,8±26,8	0,2±0,1	11,5±3,9
Lecythidaceae					
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	• 46,6	2,1±1,6	75±43,2	0,1±0,1	9,4±3,8
<i>Gustavia augusta</i> L.	• 1,6	0,02±0,07	5,0±17,3	0,06±0,04	5,3±2,3
Malpighiaceae					
<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) DC.	• 12,5	0,6±0,9	15,8±21,9	0,2±0,1	13,0±4,9
Melastomataceae					
<i>Miconia</i> sp.	• 0,8	0,001±0,003	0,8±2,9	0,04	2,5
Meliaceae					
<i>Guarea</i> sp.	• 1,6	0,07±0,2	3,3±7,8	0,03	6,8±2,6
Moraceae					
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	• 3,3	0,06±0,2	5,0±17,3	0,1±0,06	11,1±2,4
<i>Ficus nymphaeifolia</i> Mill.	• 0,8	0,006±0,02	1,7±5,8	0,05±0,01	6,8±0,2
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D. Bouché	• 0,8	0,002±0,009	1,7±5,8	0,04±0,01	7±1,41
<i>Ficus amazonica</i> (Miq.) Miq.	• 0,8	0,7±2,6	0,8±2,9	1,08	22
Myristicaceae					
<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.	• 0,8	0,008±0,02	0,8±2,9	0,11	11
Myrtaceae					
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	5,8	0,05±0,08	8,3±11,9	0,08±0,03	4,6±1,3
<i>Eugenia flavescens</i> DC.	5	0,02±0,04	6,7±10,7	0,07±0,02	8,1±3,5
<i>Eugenia lambertiana</i> DC.	2,5	0,01±0,05	2,5±6,2	0,05±0,03	5,1±1,7
<i>Eugenia protenta</i> McVaugh	• 5	0,04±0,07	5,0±8,0	0,09±0,05	6,7±2,2
<i>Eugenia</i> sp.	3,3	0,01±0,04	3,3±6,5	0,06±0,03	8,1±2,2
<i>Calycolpus goetheanus</i> (DC.) O. Berg	10	0,1±0,3	13,3±19,7	0,08±0,05	8,0±2,1
<i>Myrcia cuprea</i> (O. Berg) Kiaersk.	9,1	0,08±0,1	11,7±20,8	0,1±0,05	6,6±2,3
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	10	0,1±0,2	13,3±21,0	0,1±0,06	2,2±4,4
<i>Myrcia</i> sp.	0,8	0,001±0,003	0,8±2,9	0,04	6,5
Nyctaginaceae					
<i>Guapira</i> sp.	3,3	0,002±0,004	3,3±5,4	0,07±0,01	5±2,7
Ochnaceae					
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	5	0,01±0,02	5,0±6,7	0,05±0,02	4,2±1,6
<i>Ouratea microdonta</i> Engl.	6,6	0,05±0,1	8,3±17,3	0,06±0,03	5,9±1,2
<i>Ouratea</i> sp.	0,8	0,001±0,006	0,8±2,9	0,05	7
Olacaceae					

Família/Espécie	F	AB	D	DAP	ALT
<i>Heisteria</i> cf. <i>ovata</i> Benth.	4,1	0,06±0,1	5,8±7,9	0,1±0,07	8,1±1,8
Opiliaceae					
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	5	0,1±0,3	8,3±19,9	0,1±0,09	8,1±2,5
Polygonaceae					
<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	0,8	0,007±0,02	1,7±5,8	0,06±0,03	7±1,73
Rubiaceae					
<i>Alibertia myrciifolia</i> Spruce ex K. Schum.	1,6	0,001±0,005	1,7±5,8	0,04±0	5,1±0,1
<i>Duroia</i> sp.	6,6	0,1±0,4	10,0±21,3	0,1±0,07	8,2±2,5
Salicaceae					
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	8,3	0,1±0,4	13,3±31,1	0,1±0,04	9,4±2,6
<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb.	• 1,6	0,003±0,007	2,5±6,2	0,03±0,01	5,2±1,5
<i>Casearia</i> sp.	• 0,8	0,006±0,01	0,8±2,9	0,1	8
Sapindaceae					
<i>Cupania</i> cf. <i>diphylla</i> Vahl	2,5	0,007±0,01	2,5±4,5	0,05±0,03	5,3±0,7
<i>Cupania</i> sp.	• 5,8	0,01±0,02	7,5±14,2	0,04±0,01	6,3±1,7
<i>Matayba discolor</i> Radlk.	5	0,04±0,1	5,8±10,0	0,09±0,04	8,5±2,7
<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk.	0,8	0,0008±0,002	4,2±7,9	0,04	4
<i>Talisia cerasina</i> (Benth.) Radlk.	• 9,1	0,02±0,06	25,0±59,3	0,03±0,01	5,9±1,7
<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.	• 1,6	0,5±0,8	1,7±3,9	0,1±0,08	15,5±0,7
Sapotaceae					
<i>Manilkara salzmannii</i> (A. DC.) H. J. Lam	• 3,3	0,1±0,4	3,3±7,8	0,1±0,1	9,8±2,9
<i>Pouteria</i> cf. <i>reticulata</i> (Engl.) Eyma	• 1,6	0,03±0,1	28,3±30,7	0,1±0,1	13,2±6,7
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	22,5	1,2±1,3	28,3±30,7	0,1±0,1	13,6±4,8
Simaroubaceae					
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	• 27,5	1,3±1,6	44,2±42,7	0,1±0,1	10,7±5,2
Urticaceae					
<i>Cecropia</i> sp.	• 7,5	0,07±0,20	20,0±41,8	0,06±0,04	8,6±2,9
Indeterminada-F	0,8	0,003±0,01	0,8±2,9	0,07	12

Tabela 2: Estimativas para o número total de espécies na área de estudo. Métodos Chao 1 e ACE baseados no número total de indivíduos das espécies na área; métodos Chao, Jackknife 1, 2 e Bootstrap baseados na ocorrência das espécies nas subparcelas (frequência). Erro padrão para Jackknife 2 não disponível.

Baseado em	Método	Número de espécies
Número total de indivíduos	Chao 1	94,9 ± 10,0
	ACE	92,4 ± 4,4
Frequência	Chao	97,2 ± 10,0
	Jackknife 1	98,9 ± 4,4
	Jackknife 2	106,8
	Bootstrap	89,4 ± 2,6

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA FLORESTAL EM COMPARAÇÃO COM OUTRAS RESTINGAS

No presente estudo foi registrada maior riqueza de espécies (83) do que nos estudos de ABREU et al. (2006) e VALE (2006), realizados no mesmo fragmento de mata, provavelmente porque o presente estudo abrangeu uma área amostral maior do que ABREU et al. (2006; 36 espécies/0,1 ha) e VALE (2006; 22 espécies/0,27 ha). Algumas espécies de menor porte podem ter sido omitidas no trabalho de VALE (2006), que utilizou um diâmetro mínimo de 5 cm. Das 83 espécies registradas no presente estudo, 34 também foram amostradas por ABREU et al. (2006) e VALE (2006). Porém, tanto nos estudos anteriores como no presente estudo, a relação entre número de espécies novas encontradas com o aumento da área amostral, mostra que estes levantamentos ainda não apresentam um inventário completo das espécies da área, mesmo que falte poucas espécies a serem coletadas (de 6 a 18 espécies).

O número de espécies lenhosas registradas no presente estudo é alto quando comparado ao levantamento de espécies arbustivo-arbóreas realizado por SILVA, R.M. (2008) na restinga da Vila Bonifácio, também na península de Ajuruteua (19 espécies/0,46 ha). Da mesma forma, o levantamento florístico na restinga do Crispim feito por AMARAL (1997; 40 espécies) documentou uma diversidade vegetal mais baixa do que na área do presente estudo, apesar de incluir todas as plantas lenhosas, sem limite de diâmetro mínimo.

A curva de esforço amostral apresentada por SILVA, R.M. (2008) para a mata aberta de restinga da Vila Bonifácio, mostrou que nesta área não se espera um número significativamente maior de espécies lenhosas, ao contrário do verificado no presente estudo. Este fato pode estar relacionado com a menor extensão da área estudada por SILVA, R.M. (2008) e o fato de que o solo nesta área consiste de areia branca, frequentemente solta, sem uma camada distinta de matéria orgânica em decomposição (obs. pessoal). Na área do presente estudo, embora o solo também seja arenoso, apresenta uma cor distintamente mais escura e abaixo das árvores, uma



camada de matéria orgânica em decomposição. É conhecido que os fatores citados podem contribuir para a maior/menor riqueza específica em áreas de restingas (SANTOS et al., 2000; TSOAR & ARENS, 2003; SCHERER et al., 2005; ALMEIDA Jr. et al., 2009).

O nível do lençol freático no fragmento florestal analisado sofre variações distintas, se mantendo próximo à superfície durante a estação chuvosa e diminuindo rapidamente com a ausência das chuvas. Estes resultados corroboram com BASTOS (1996), FERNANDES (1999), BACANI et al. (2004), OLIVEIRA (2005), MARCELINO et al. (2005), ANDRADE et al. (2008), e ALMEIDA JR et al. (2009) que também registraram que o nível d'água se encontra mais próximo à superfície no período de chuva e mais profundo nos períodos de estiagem, mostrando que a principal causa das oscilações do lençol freático são as variações sazonais. Segundo PFADENHAUER & RAMOS (1979), as condições favoráveis de crescimento das plantas de restingas existem somente em lugares onde o lençol freático eleva-se pelo menos durante uma parte do ano. CORDAZZO et al. (2006) também afirmam que a vegetação em áreas de dunas fixas (como é o caso do presente estudo) é fortemente influenciada pelas oscilações na distância do lençol freático ao longo do ano. De acordo com CARVALHO et al. (2009), OLIVEIRA (2005) e ALMEIDA JR et al. (2009) a presença, distribuição e riqueza de espécies estão relacionadas com o lençol freático.

Acredita-se que o solo arenoso da área de estudo não possui a capacidade de reter água por um tempo prolongado, comprovado pela descida rápida do nível do lençol freático na estação seca. No entanto, a menor diversidade vegetal em outras restingas, por exemplo, da Vila Bonifácio (SILVA, R.M. 2008), pode estar relacionada com um período ainda mais curto de permanência do lençol freático próximo à superfície durante a estação chuvosa. Embora não tenha sido avaliado o nível do lençol freático na restinga da Vila Bonifácio, o solo mais arenoso pode indicar menor retenção de água (TSOAR & ARENS, 2003; LARCHER, 2004).

Espécies encontradas no presente estudo também foram registradas em outras florestas costeiras do Estado do Pará, como por exemplo, a Área de Proteção Ambiental Jabotitua-Jatium, no município de Viseu (PA), com as espécies *Attalea speciosa*, *Simarouba amara*, *Myrcia fallax*, *Myrcia cuprea*, *Hirtella racemosa*, *Euge-*

*nia biflora*, *Gustavia augusta*, *Cupania diphylla* (SANTOS et al., 2004); a Reserva Ecológica do Bacurizal na Ilha do Marajó, com as espécies *Simarouba amara*, *Ouretea castaneifolia*, *Hirtella racemosa*, *Protium heptaphyllum*, *Tapirira guianensis* (LISBOA et al., 1993) e a Área de Proteção Ambiental na costa do Urumajó, município de Augusto Corrêa (PA), com as espécies *Tapirira guianensis*, *Protium heptaphyllum*, *Himatanthus articulatus* e *Astrocaryum vulgare* (BASTOS et al., 2002). No *checklist* de AMARAL et al. (2008) para as restingas do litoral amazônico foram registradas 130 espécies arbustivo-arbóreas, sendo pelo menos 39 espécies em comum com o presente estudo. A mata de restinga estudada apresentou 41 espécies arbustivo-arbóreas ainda não registradas para as restingas do estado do Pará.

A importância da família Myrtaceae com seus gêneros mais representativos namata aqui estudado, *Eugenia* e *Myrcia*, corrobora com os estudos realizados nas restingas de Algodual e Crispim por BASTOS (1996) e AMARAL (1997), respectivamente. ARAÚJO & LACERDA (1987) citam os mesmos gêneros como sendo os mais comuns nas restingas brasileiras. PIMENTEL et al. (2007) também afirmam que Myrtaceae é a família chave na flora da restinga e que os dois gêneros (*Eugenia* e *Myrcia*) apresentam o maior número de espécies. No trabalho de BASTOS et al. (2002) em Augusto Corrêa, PA, não houve registro da família Myrtaceae, uma característica incomum, visto que no presente estudo e nos demais trabalhos realizados em formações florestais costeiras do litoral paraense, a família Myrtaceae encontra-se entre as famílias mais representativas.

As espécies *Protium heptaphyllum* e *Tapirira guianensis* frequentemente encontradas na área de estudo, são espécies generalistas, ocorrendo em outras formações florestais (ALMEIDA et al., 2002; LISBOA et al., 1993; ALMEIDA et al., 2004; ASSIS et al., 2004; DALANESI et al., 2004; SANTOS et al., 2004; PEREIRA & ALVES, 2006; SACRAMENTO et al., 2007; AMARAL et al., 2008). A presença de determinadas palmeiras utilizadas pelo homem (*Attalea*, *Astrocaryum*) indicam a influência humana na área de estudo.

A predominância de indivíduos arbóreos na área de estudo formando um dossel fechado, contrasta com a situação descrita por SILVA, R.M. (2008) para a restinga da Vila Bonifácio, Bragança, onde a maioria dos indivíduos apresentaram

hábito arbustivo, e a vegetação tem uma característica mais aberta. Em matas de restingas descritas por BASTOS (1996) e BASTOS et al. (2002) (Algodual e APA da Costa do Urumajó, Augusto Corrêa, respectivamente), a vegetação é composta por árvores e arbustos com altura máxima de 15 m e copas pouco densas. A área do presente estudo se assemelha à floresta alta de restinga estudada por MARTINS et al. (2008) em Bertioga, São Paulo, que foi caracterizada como uma formação florestal predominantemente arbórea com dossel fechado (15 a 18 m de altura).

A área basal total registrada neste estudo ( $20,3 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) foi maior que os respectivos valores apresentados no levantamento feito por AMARAL (1997;  $11,15 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ – $16,76 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e SILVA, R.M. (2008;  $9,8 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Isso pode ser explicado pela predominância de espécies arbóreas no presente estudo. No entanto, a área basal é menor se comparada com a área basal de levantamentos realizados em restingas do Espírito Santo (ASSIS et al., 2004) e São Paulo (GUEDES et al., 2006), que apresentaram área basal de  $27,2 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  e  $27,69 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ , respectivamente. Os trabalhos citados descrevem matas com alturas superiores a 20 m.

A densidade de indivíduos ( $844,2 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) foi baixa quando comparada com o estudo realizado por AMARAL (1997) na restinga do Crispim ( $3.232 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$  e  $12.857 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Na restinga da Vila Bonifácio, SILVA, R.M. (2008) encontrou uma densidade de  $2.294 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Assume-se que a presença de um dossel fechado na área do presente estudo está inibindo o desenvolvimento das plantas pequenas. Nos estudos de ABREU et al. (2006) e VALE (2006), a maioria dos indivíduos foi encontrada nas classes de diâmetro de 5-15 cm, o mesmo foi observado no presente estudo. A distribuição das classes de diâmetro também se assemelha ao padrão encontrado nos estudos de AMARAL (1997), ASSUMPÇÃO & NASCIMENTO (2000), SCHERER et al. (2007) e SILVA, R.M. (2008), onde a maioria dos indivíduos se encontra nas menores classes de diâmetro.

A altura dos indivíduos (2 a 24 m) foi maior que os valores registrados para as restingas do Crispim (AMARAL, 1997), Algodual (BASTOS, 1996), Augusto Corrêa (BASTOS et al., 2002) e Vila Bonifácio (SILVA, R.M., 2008). Áreas de restinga com alturas comparáveis ou maiores foram descritas por GUEDES et al. (2006) em

SP, com alturas superiores a 20 m e por MARTINS et al. (2008) em SP, onde o dossel tem de 15 a 18 m de altura com árvores emergentes que podem atingir até 25 m.

#### 4.2 MUDANÇA NA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES ENTRE MARGEM E INTERIOR

No presente estudo não foi encontrada nenhuma comunidade de plantas restrita à margem ou ao interior da mata, porém algumas espécies foram registradas em maior quantidade em um desses ambientes (margem: *Astrocaryum vulgare*; interior: *Attalea maripa* e *Cecropia* sp.). A espécie *Astrocaryum vulgare*, por exemplo, foi mais frequente na margem da mata, o que pode estar relacionado com a maior incidência de luz disponível nesta área. SILVA, M.J. (2008) estudando a florística, estrutura e fenologia das Arecaceae na mesma mancha, registrou que as formas acaulescentes ocorrem principalmente no interior da mata, enquanto na margem destacam-se as formas arborescentes. De acordo com KAHN & GRANVILLE (1992), as formas acaulescentes e arborescentes estão relacionadas à menor ou maior intensidade de luz respectivamente.

A estrutura da comunidade arbustivo-arbórea neste estudo não diferiu entre a borda e o interior. FERREIRA & RAMOS (2007) que também encontraram resultados semelhantes, relacionaram a falta de diferenças aos impactos antrópicos no interior do fragmento. Na área do presente estudo não há indícios de impactos antrópicos no interior da mata. Já os estudos de OLIVEIRA FILHO et al. (2004), OLIVEIRA FILHO et al. (2007) e LIMA-RIBEIRO et al. (2008), encontraram uma nítida influência de borda na maioria dos parâmetros analisados, como por exemplo, uma maior densidade de indivíduos na margem.

A falta de diferenças distintas na composição florística e estrutural da vegetação da margem para o interior do fragmento estudado, indica que não existem fortes gradientes nos fatores abióticos influenciando a vegetação.

SANTOS (2007) afirmou que as espécies lenhosas da área se encontram fora do alcance das marés o que foi comprovado no presente estudo. A ausência de salinidade na água dos poços (exceto no poço de 2 m na margem da 4ª transecção), também confirma que a vegetação estudada não sofre influência de água salina.

As diferenças na dinâmica do nível do lençol freático entre a margem e o interior foram pequenas. De acordo com TURNER et al. (1997) e FISK et al. (1998), áreas elevadas tendem a ser mais secas, enquanto que nas partes baixas a umidade tende a ser maior. Portanto, as diferenças na elevação do terreno no presente estudo não são suficientemente grandes para provocar mudanças distintas no nível do lençol freático. O fato dos poços presentes no mesmo local não terem apresentado um padrão de variação no nível do lençol freático, pode estar relacionado às características do solo (ex. textura das camadas). É provável que as diferentes camadas do solo estejam impedindo de forma diferenciada a percolação da água de chuva para o lençol freático. Segundo LARCHER (2004), a quantidade de água que percola o solo depende do tipo de solo e do tamanho dos poros.

Foram identificadas diferenças entre a coloração, textura e espessura das camadas do solo, mas nenhuma destas mostrou relação com a vegetação da margem para o interior. A preferência de determinadas espécies por solo com terra preta arqueológica (*Talisia cerasina*, *Casearia guianensis* e *Agonandra brasiliensis*) mostra a importância da análise do solo para a interpretação de padrões florísticos na vegetação.

## 5 CONCLUSÃO

A área de estudo se diferencia das outras restingas do Pará até hoje descritas, pela maior diversidade florística e pelo melhor desenvolvimento estrutural (maior área basal e maior altura). A área se assemelha com as matas altas de restinga descritas para o sul do Brasil, por sua formação vegetal predominantemente arbórea com dossel fechado.

As espécies lenhosas se encontraram fora do limite de inundação pela maré, logo não foi verificada salinidade na água do lençol freático na área coberta por vegetação lenhosa terrestre. As mudanças sazonais no lençol freático foram iguais no sentido margem/interior da mata. Diferenças de elevação do terreno entre margem e interior foram pequenas e as observações através da análise de textura e coloração do solo não indicaram mudanças padronizadas da margem para o interior da área. Consequentemente, não foi encontrada uma comunidade diferenciada de plantas restrita à margem ou ao interior do fragmento, nem diferenças significantes na estrutura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. M. O.; MEHLIG, U.; NASCIMENTO, R. E. S. A.; MENEZES, M. P. M. Análise de composição florística e estrutura de um fragmento de bosque de terra firme e de um manguezal vizinhos na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências naturais* 1(3). 27-34. 2006.
- ALMEIDA JR., E. B.; OLIVO, M. A.; ARAÚJO, E. L. & ZICKEL, C. S. Caracterização da vegetação de restinga da RPPN de Maracaípe, PE, Brasil, com base na fisionomia, flora, nutrientes do solo e lençol freático. *Acta Botanica Brasilica* 23(1). 36-48. 2009.
- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D. & SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico. *Acta Amazonica* 34(4). 513-524. 2004.
- ALMEIDA, S. S.; MASCARENHAS, B. M.; OVERAL, W. L. & GUIMARÃES, D. Flora e vegetação na microrregião do salgado paraense: o caso da folha de Salinópolis, Estado do Pará. *Anais do VI Ecolab*. Belém, PA. 1-18. 2002.
- AMARAL, D. D. Contribuição ao estudo das formações abertas de moitas do litoral paraense, restinga do Crispim, Município de Marapanim-Pa. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. 171. 1997.
- AMARAL, D. D.; PROST, M. T.; BASTOS, M. N. C. & SANTOS, J. U. M. Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 3(1). 35-67. 2008.
- AMARAL, D. D.; SANTOS, J. U. M.; BASTOS, M. N. C. & COSTA, D. C. T. A vegetação da ilha Canela, município de Bragança, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 17(2). 389-402. 2001.
- ANDRADE, N. L. R.; SANCHES, L.; PINTO JÚNIOR, O. B.; DIAS, C. A. A. & NOGUEIRA, J. S. Macro-nutrientes no lençol freático em floresta intacta, floresta de manejo e pastagem no norte de Mato Grosso. *Acta Amazonica* 38(4). 667-672. 2008.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. 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. 2009.
- ARAÚJO, D. S. D. & HENRIQUES, R. P. B. Restingas: Origem, estruturas e processos . Análise florística das restingas do Rio de Janeiro. L.D.L. Lacerda,

- D.S.D. Araujo, R.Cerqueira, B. Turcq (eds). Niterói, Brazil,. CEUFF. 159-193. 1984.
- ARAÚJO, D. S. D. & LACERDA, L. D. A. A natureza das restingas. *Ciência Hoje* 6(33). 43-48. 1987.
- ARAÚJO, D. S. P. Restingas: Síntese do conhecimento para a costa sul e sudeste brasileira. In: *Anais do I Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira*. Águas de Lindóia, São Paulo. 333-334. 1987.
- ASSIS, A. M.; PEREIRA, O. J. & THOMAZ, L. D. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). *Revista Brasileira de Botânica* 27(2). 349-361. 2004.
- ASSUMPÇÃO, J. & NASCIMENTO, M. T. 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(3). 301-315. 2000.
- BACANI, V. M.; SAKAMOTO, A. Y.; SAKAMOTO, L. L. S.; MASCRÉ, C.; BARBIERO, L. & QUEIROZ NETO, J. P. Oscilação sazonal do lençol freático no entorno da lagoa Salina do Meio, Pantanal da Nhecolândia (MS). . Corumbá, MS. 7. 2004.
- BASTOS, M. N. C. Levantamento florístico em restinga arenosa litorânea na ilha de Maiandeuá-Pa. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 4(1). 159-173. 1988.
- BASTOS, M. N. C. Caracterização das formações vegetais da restinga da Princesa, ilha de Algodoal – Pará. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará, Universidade Federal Rural da Amazônia. 261. 1996.
- BASTOS, M. N. C.; AMARAL, D. D.; COSTA, D. C. T.; SANTOS, J. U. M. & ROSA JÚNIOR, W. O. Fitofisionomia da área de proteção ambiental da costa do Urumajó, município de Augusto Corrêa, Pará. VI Workshop ECOLAB. Resumos Expandidos (CDROM) . Belém, Pará, Brasil. 1-11. 2002.
- BASTOS, M. N. C.; SANTOS, J. U. M.; AMARAL, D. D. & COSTA NETO, S. V. Alterações Ambientais na Vegetação Litorânea do Nordeste do Pará. In: *Ecossistemas Costeiros: Impactos e Gestão Ambiental*. Organizado por Maria Thereza Prost e Amílcar Carvalho mendes. Museu Paraense Emílio Goeldi 1. 29-38. 2001.
- BRAGANÇA, V. A. N. Características vegetativas úteis na identificação de espécies arbóreas de bosque de terra firme na Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu, Bragança, Pará. Tese de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará. 63. 2009.



- BRITTO, I. C. & NOBLICK, L. R. Restingas: origem, estrutura e processos. A importância de preservar as dunas de Itapuã e Abaeté. Lacerda, L. D. et al (orgs.). Niterói. CEUFF. 233-240. 1984.
- CARVALHO, J.; MARQUES, M. C. M.; RODERJAN, C. V.; BARDDAL, M. & SOUSA, S. G. A. Relações entre a distribuição das espécies de diferentes estratos e as características do solo de uma floresta aluvial no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 23(1). 1-9. 2009.
- CATARUCCI, A. F. M.; MATTOS, I. F. A.; ROSSI, M. & PFEIFER, R. M. Relação solo-vegetação na Estação Ecológica de Paulo Faria. Instituto Florestal Série Registro. 287-291. 2007.
- COHEN, M. C. L.; SOUZA FILHO, P. W. M.; LARA, R. J.; BEHLING, H. & ÂNGULO, R. J. A model of Holocene mangrove development and relative sea-level change on the Bragança península (northern Brazil). 13. 433-443. 2005.
- CORDAZZO, C. V.; PAIVA, J. B. & SEELIGER, U. Guia ilustrado - Plantas das dunas da Costa Sudoeste Atlântica. 107 p. 2006.
- COSTA-NETO, S. V. As formações herbáceas da restinga do Crispim, Marapanim-Pa. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém. 128. 1999.
- COSTA-NETO, S. V.; BASTOS, M. N. C. & LOBATO, L. C .B. Composição florística e fitofisionomia da restinga do Crispim, Município de Marapanim, PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 12(2). 237-249. 1995.
- COSTA-NETO, S. V.; SANTOS, J. U. M.; BASTOS, M. N. C.; AMARAL, D. D. & LOBATO, L. C. B. Composição florística das formações herbáceas da restinga do Crispim, Marapanim-PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 16(2). 163-209. 2001.
- DALANESI, P. E.; OLIVEIRA FILHO, A. T. & FONTES, M. A. L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. *Acta Botanica Brasilica* 18(4). 737-757. 2004.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN), CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA (CHM) & BANCO NACIONAL DE DADOS OCEANOGRÁFICOS (BNDO) Dados de maré para Fundeadouro de Salinópolis. <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas>. Acessado em: 2009.
- ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACHADO, E. L. M.; SOUZA, J. S.; FONTES, M. A. L. & MARQUES, J. J. G. S. M. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional

semidecídua montana no Campus da Universidade Federal de Lavras, MG. *Acta Botanica Brasilica* 16(3). 331-356. 2002.

FERNANDES, A. M. Caracterização da variação do lençol freático nas áreas de mineração de "xisto" (folhelho pirobetuminoso) em São Mateus do Sul, Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. . 165. 1999.

FERREIRA, B. R. C; RAMOS, F. N. Comparação da estrutura de comunidade arbórea entre borda e interior de um fragmento de mata Atlântica do sul de Minas Gerais. *Anais do VIII congresso de Ecologia do Brasil*. Caxambu - MG. 2007.

FISK, M. C.; SCHMIDT, S. K. & SEASTEDT, T. R. Topographic patterns of above- and belowground production and nitrogen cycling in alpine tundra. *Ecology* 79. 2253-2266. 1998.

GLASER, M. & OLIVEIRA, R. S. Prospects for the co-management of mangrove ecosystems on the North Brazilian coast: Whose rights, whose duties and whose priorities?. *Natural Resources Forum* 28. 224–233. 2004.

GLASER, M.; BERGER, U. & MACÊDO, R. Local vulnerability as an advantage: mangrove forest management in Pará state, north Brazil, under conditions of illegality. *Reg Environ Change* 3. 162-172. 2003.

GUEDES, D.; BARBOSA, L. M. & MARTINS, S. E. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no Município de Bertoga, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20(2). 299-311. 2006.

HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E.; BURTON, P. J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K. D.; SAUNDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E. S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M. S.; ESSEEN, P. A. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19(3). 768–782. 2005.

INMET. Normas climatológicas (1961-1990). Instituto Nacional de meteorologia (INMET). Brasília, DF. 1992.

KAHN, F. & GRANVILLE, J. J. *Palmes in forest ecosystems of Amazonian*. Springer. 225 p. 1992.

KOTCHETKOFF-HERIQUES, O.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. C. Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 28(3). 541-562. 2005.

- LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. RiMa. São Carlos, SP. 2004.
- LAURANCE, W. F. Do edge effects occur over large spatial scales?. *Tree* 15(4). 134-135. 2000a.
- LAURANCE, W. F. & VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis* 13(3). 434-451. 2009.
- LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; RANKIN-DE MERONA, J. M. & LAURANCE, S. G. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* 79(6). 2032-2040. 1998a.
- LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; RANKIN-DE MERONA, J. M.; LAURANCE, S. G.; HUTCHINGS, R. W. & LOVEJOY, T. E. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conservation Biology* 12(2). 460-464. 1998b.
- LIMA-RIBEIRO, M. S. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22(2). 535-545. 2008.
- LISBOA, P. L. B.; LISBOA, R. C. L.; ROSA, N. A. & SANTOS, M. R. Padrões de diversidade florística na Reserva Ecológica do Bacurizal, em Salvaterra, ilha do Marajó, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 9(2). 223-248. 1993.
- LOURES, L.; CARVALHO, D. A.; MACHADO, E. L. M.; SÁ, J. J. G. & MARQUES, M. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21(4). 885-896. 2007.
- MACHADO, E. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, S. J.; MARQUES, J. J. G. S. M. e CALEGÁRIO, N. Efeitos do substrato, bordas e proximidade espacial na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. *Revista Brasileira Botânica* 31(2). 287-302. 2008.
- MARCELINO, T. H.; SHIRAIWA, S.; SHIRAIWA, W. R.; FILHO, N. P. & RAITER, F. GPR para a verificação do nível d'água subterrânea em transição Floresta Amazônica e Cerrado. *Acta Amazonica* 35(3). 367-374. 2005.
- MARGALHO, L. Flórmula Fanerogâmica das restingas do Estado do Pará. APA de Algodoal/Maiandeua, Maracanã-PA. Rubiaceae Juss. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, PA. 94. 2008.

- MARTINS, S. E.; ROSSI, L.; SAMPAIO, P. S. P. & MAGENTA, M. A. G. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertioga, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22(1). 249-274. 2008.
- MARTINS, S. E.; ROSSI, L.; SAMPAIO, P. S. P. & MAGENTA, M. A. G. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertioga, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22(1). 249-274. 2008.
- MENEZES, M. P. M.; BERGER, U. & MEHLIG, U. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. *Acta Amazônica* 38(3). 403-420. 2008.
- MESQUITA, R. C. G.; DELAMÔNICA, P. & LAURANCE, W. F. Effects of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 91. 129-134. 1999.
- MORI, S. A.; CREMERS, G.; GRACIE, C. A.; GRANVILLE, J. J.; HEALD, S. V.; HOFF, M. & MITCHELL, J. D. Guide to the Vascular Plants of Central French Guiana. The New York Botanical Garden Press. New York. 2002.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York. 1974.
- MUNSELL. Soil color. Macbeth Division. New Windsor, NY. 1994.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree* 10(2). 58-62. 1995.
- NASCIMENTO, H. E. M. & LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. *Acta Amazônica* 36(2). 183 - 192. 2006.
- OKSANEN, J.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O'HARA, B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H. & WAGNER, H. vegan: Community Ecology Package. R package version 1.15-4. Vienna, Austria. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. 2009.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; VAN DEN BERG, E.; CURI, N. & CARVALHO, W. A. C. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 17(2). 291-309. 2004.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; CARVALHO, W. A. C.; MACHADO, E. L. M.; HIGUCHI, P.; APPOLINÁRIO, V.; CASTRO, G. C.; SILVA, A. C.; SANTOS, R. M.; BORGES, L. F.; CORRÊA, B. S.; ALVES, J. M. Dinâmica da comunidade e populações

arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004). *Revista Brasileira de Botânica* 30(1). 149-161. 2007.

OLIVEIRA, G. C. Perfil florístico e distribuição das espécies vegetais, em relação ao gradiente de umidade do solo, em seis veredas no Triângulo Mineiro. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia. . 56. 2005.

PEREIRA, M. S. & ALVES, R. R. N. Composição Florística de um remanescente de Mata Atlântica na Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 6(1). 357-366. 2006.

PFADENHAUER, J. & RAMOS, R. F. Um complexo de vegetação entre dunas e pântanos próximos a Tamandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ilheringia, Série Botânica* 25. 17-26. 1979.

PIMENTEL, M. C. P.; BARROS, M. J.; CIRNE, P.; MATTOS, E. A.; OLIVEIRA, R. C.; PEREIRA, M. C. A.; SCARANO, F. R.; ZALUAR, H. L. T. & ARAÚJO, D. S. D. Spatial variation in the structure and floristic composition of “restinga” vegetation in southeastern Brazil. *revista Brasileira de Botânica* 30(3). 543-551. 2007.

PINHEIRO, J.; BATES, D.; DEBROY, S. & SARKAR, D. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version. 3. 1-96. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>. 2009.

PNMA, PLANO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Perfil dos Estados litorâneos do Brasil: subsídios à implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro/Coordenação Estaduais do Gerenciamento Costeiro. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 211. 1995.

PRANCE, G. T. Flora Neotrópica, Chrysobalanaceae. Hafner Publishing Company. New York. 1972.

PRANCE, G. T. Flora Neotrópica, Chrysobalanaceae. The New York Botanical Garden. New York. 1989.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>. 2009.

RIBEIRO, J. E. L. S.; Hopkins, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. L. C.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R. & PROCÓPIO, L. C. Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das

plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. DFID, INPA. Manaus, INPA. 1999.

- ROCHA, A. E. S.; BASTOS, M. N. C. & SANTOS, J. U. M. O gênero *Paspalum* L. (Gramineae/Poaceae) na restinga da Praia da princesa, APA de Algodual/Maiandeuá, Maracanã, Pará, Brasil. *Museu Paraense Emílio Goeldi* 17(1). 187-207. 2001a.
- ROCHA, A. E. S. & BASTOS, M. N. C. Flórula fanerogâmica das restingas do Pará. APA de Algodual-Maiandeuá. II-Eriocaulaceae P. Beauv. ex. Desv. *Hoehnea* 31(2). 103-111. 2004.
- ROCHA, A. E. S.; BASTOS, M. N. C. & SECCO, R. S. O gênero *Panicum* L. (Gramineae/poaceae) na restinga da Praia da Princesa, APA de Algodual/Maiandeuá, Maracanã, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 17(2). 297-314. 2001b.
- ROSÁRIO, A. S.; SECCO, R. S.; AMARAL, D. D.; SANTOS, J. U. M. & BASTOS, M. N. C. Flórula fanerogâmica das restingas do Estado do Pará. Ilhas de Algodual e Maiandeuá. 2. Myrtaceae A. L. de Jussieu . *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 1(3). 31-48. 2005.
- ROSSI, M.; MATTOS, I. F. A.; COELHO, R. M.; MENK, J. R. F.; ROCHA, F. T.; PFEIFER, R. M. & MARIA, I. C. Relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. *Revista Instituto Florestal* 17(1). 45-61. 2005.
- SACRAMENTO, A. C.; ZICKEL, C. S. & ALMEIDA Jr., E. B. Aspectos florísticos da vegetação de restinga no litoral de Pernambuco. *Revista Árvore* 31(6). 1121-1130. 2007.
- SANTOS, J. U. M. & ROSÁRIO, S. S. levantamento da vegetação fixadora de dunas de Algodual-PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 4(1). 133-151. 1988.
- SANTOS, J. U. M.; AMARAL, D. D.; GORAYEB, I. S.; BASTOS, M. N. C.; SECCO, R. S.; COSTA-NETO, S. V. & COSTA, D. T. C. Vegetação da Área de Proteção Ambiental Jabotitiua-Jatium, município de Viseu, Pará, Brasil. *Acta Amazônica* 33(3). 434-444. 2001.
- SANTOS, L. O. Estudo da vegetação do ecótono campo-mata de terra firme e de restinga na Península de Ajuruteua, Bragança, Pará. Tese de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará. 37. 2007.

- SANTOS, M.; ROSADO, S. C. S.; OLIVEIRA FILHO, A. T. & CARVALHO, D. Correlações entre variáveis do solo e espécies herbáceo-arbustivas de dunas em revegetação no litoral norte da Paraíba. *Cerne* 6(1). 19-29. 2000.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y & CINTRÓN-MOLERO, G. Brazilian mangroves: A historical ecology. *Ciência e Cultura - Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science* 51(3/4). 274-286. 1999.
- SCHERER, A.; SILVA, F. M. & BAPTISTA, R. L. M. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de Restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19(4). 717-729. 2005.
- SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F. & BAPTISTA, L. R. M. Regeneração arbórea num capão de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Ilheringia* 62(1-2). 89-98. 2007.
- SILVA, M. J. Composição, Estrutura e Fenologia da Família Arecaceae na RESEXM Caeté-Taperaçú, Bragança, Pará. Tese de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará. 35. 2008.
- SILVA, M. J. Composição, Estrutura e Fenologia da Família Arecaceae na RESEXM Caeté-Taperaçú, Bragança, Pará. Tese de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará. 35. 2008.
- SILVA, P. P. From common property to co-management: lessons from Brazil's first maritime extractive reserve. *Marine Policy* 28(5). 419-428. 2004.
- SILVA, R. M. Taxonomia e fitossociologia da vegetação arbustivo-arbóreas de dunas na restinga da Vila Bonifácio, Ajuruteua, Bragança, Pará. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. 72. 2008.
- SILVA, R. M.; MENEZES, M. P. M.; MEHLIG, U.; SANTOS, C. C. L. & PEREIRA, M. V. S. Fitofisionomia de restinga da Vila Bonifácio, península de Ajuruteua, Bragança, Pará, Brasil. VIII Workshop ECOLAB. Resumos expandidos. Macapá. 310-311. 2007.
- SIMÕES, M. F. Coletores - pescadores ceramistas do litoral do salgado (Pará) - Nota preliminar. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Antropologia*. 1-26. 1981.
- SOUSA, J. S. Flórmula fanerogâmica das restigas do Estado do Pará: Leguminosae-Mimosoideae. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, PA. 87. 2008.

- SOUZA FILHO, P. M. W & PARADELLA, W. R. Recognition of the main geobotanical features along the Bragança mangrove coast (Brazilian Amazon Region) from Landsat TM and RADARSAT-1 data. *Wetlands Ecology and Management* 10. 123-132. 2002.
- SUGUIO, K. & TESSLER, M. G. Restingas: origem, estrutura e processos. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. Lacerda, L. D. et al (orgs.). Niterói. CEUFF. 453-458. 1984.
- SZLAFSZTEIN, C. & STERR, H. GIS-based vulnerability assessment of coastal natural hazards, state of Pará, Brazil. *Journal of Coastal Conservation* 11. 53–66. 2007.
- TSOAR, H. & ARENS, S. M. Mobilização e estabilização de dunas em climas húmidos e secos. *Revista de Geografia da UFC* 2(3). 131-144. 2003.
- TURNER, C. L.; BLAIR, J. M.; SHARTZ, R. J. & NEEL, J. C. Soil N and plant responses to fire, topography, and supplemental N in Tallgrass Prairie. *Ecology* 78. 1832-1843. 1997.
- VALE, N. B. Florística e estrutura de bosques de terra firme na península de Ajuruteua, Bragança (Pará-Brasil). Tese de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará. 44. 2006.
- VICENTE, C. A. A.; MACÊDO, E. G.; SANTOS, J. U. M.; POTIGUARA, R. C. V. & BASTOS, M. N. C. Flórlula fanerogâmica das restingas do Estado do Pará. Ilha de Algodoal. I- Família Turneraceae. *Boletim Paraense Emílio Goeldi* 15(2). 173-198. 2001.





Apêndice 3: Análise através de um modelo de efeitos mistos (efeitos fixos “parcela”, “transecção adjacente mangue/campo” e sua interação; efeito aleatório: “transecção”) da área basal nas subparcelas entre margem e interior nas transecções (GL num: Graus de liberdade do numerador; GL den: Graus de liberdade do denominador).

	GL num	GL den	valor F	valor p
Interceptação	1	90	244,9	<0,001
parcela	9	90	0,5	0,8434
campo/mangue	1	10	3,1	0,1085
parcela:campo/mangue	9	90	0,7	0,7075

Apêndice 4: Análise através de um modelo de efeitos mistos (efeitos fixos “parcela”, “transecção adjacente mangue/campo” e sua interação; efeito aleatório: “transecção”) da densidade de árvores nas subparcelas entre margem e interior nas transecções (GL num: Graus de liberdade do numerador; GL den: Graus de liberdade do denominador).

	GL num	GL den	valor F	valor p
Interceptação	1	90	194,76	<,0001
parcela	9	90	0,68	0,72
campo/mangue	1	10	1,61	0,2332
parcela:campo/mangue	9	90	1,82	0,0747

Apêndice 5: Análise através de um modelo de efeitos mistos (efeito fixo “distância” das árvores à margem da mata; efeito aleatório: "transecção") do dap das árvores nas subparcelas entre margem e interior nas transecções (GL num: Graus de liberdade do numerador; GL den: Graus de liberdade do denominador).

	GL num	GL dap	valor F	valor p
Interceptação	1	1024	1573,2108	<,0001
distância	1	1024	3,3977	0,0656

Apêndice 6: Análise através de um modelo de efeitos mistos (efeito fixo “distância” das árvores à margem da mata; efeito aleatório: "transecção") da altura das árvores nas subparcelas entre margem e interior nas transecções (GL num: Graus de liberdade do numerador; GL den: Graus de liberdade do denominador).

	GL num	GL alt	valor F	valor p
Interceptação	1	1024	735,1750	<,0001
distância	1	1024	0,0292	0,8644