

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

JULIANA SILVA GOMES

**ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE EM FRAGMENTOS RIPÁRIOS NA FLORESTA
ATLÂNTICA DO EXTREMO NORTE, PERNAMBUCO, BRASIL**

**FORTALEZA
2011**

JULIANA SILVA GOMES

ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE EM FRAGMENTOS RIPÁRIOS NA FLORESTA
ATLÂNTICA DO EXTREMO NORTE, PERNAMBUCO, BRASIL

Dissertação apresentada à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Ecologia e
Recursos Naturais da Universidade Federal do
Ceará, como parte dos requisitos para a
obtenção do grau de Mestre em Ecologia e
Recursos Naturais

Orientador (a): Profa. Dra. Francisca Soares
de Araújo

Co-Orientador (a): Profa. Dra. Ana Carolina
Borges Lins e Silva

FORTALEZA
2011

G612e Gomes, Juliana Silva
 Estrutura do sub-bosque em fragmentos ripários na floresta atlântica
do extremo norte, Pernambuco, Brasil / Juliana Silva Gomes. – 2011.
90 f., il. color. enc.

 Orientadora: Profa. Dra. Francisca Soares de Araújo
 Co-orientadora: Profa. Dra. Ana Carolina Borges Lins e Silva
 Área de concentração: Estrutura e Funcionamento de comunidades
vegetais
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de
Ciências, Depto. de Biologia, 2011.

 1. Ecologia Vegetal – Pernambuco (Estado) 2. Comunidades vegetais –
Floresta Atlântica. I. Araújo, Francisca Soares de (orient.) II. Lins e Silva,
Ana Carolina Borges (co-orient.) III. Universidade Federal do Ceará –
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. IV. Título

CDD: 581.7

JULIANA SILVA GOMES

ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE EM FRAGMENTOS RIPÁRIOS NA FLORESTA
ATLÂNTICA DO EXTREMO NORTE, PERNAMBUCO, BRASIL

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em: 24/02/2011

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Francisca Soares de Araújo (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Fernando Roberto Martins (1º Examinador)
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP



Profa. Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal (2º Examinador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

**À minha querida mãe, Dona Rai,
por sua infinita generosidade e amor.
Dedico**

AGRADECIMENTOS

É chegada a hora de agradecer. E como é bom agradecer. Sejam gigante ou minúsculo, todos os gestos que as pessoas realizam por nós podem fazer grande diferença em nossas vidas e levar a transformações que pode mudar nosso caminho significativamente.

Agradeço a Deus pela dádiva da vida.

À professora e orientadora Francisca Soares de Araújo pela oportunidade e confiança a mim concedida.

À Ana Carolina Lins e Silva, co-orientadora e amiga, pela disponibilidade em me ajudar, pelos ensinamentos e por todo o incentivo.

Agradeço à FUNCAP e ao CNPq pelo apoio financeiro e à Usina São José por permitir à realização deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais e colegas da turma de 2009, com quem compartilhei momentos bons e difíceis durante o período de disciplinas. Agradeço, sobretudo àqueles com quem tive maior proximidade. Cada um à sua maneira contribuiu para que eu me tornasse uma pessoa melhor: à Ana pela sensatez; à Diva pelas trapalhadas; à Giovana pela doçura; à Janine pela alegria de viver. Agradeço ao Lucas pela tranquilidade; ao Marcos pelo companheirismo; à Wanessa pela força e coragem; e agradeço especialmente à Ingrid, essa delicada flor que coloriu meus dias em Fortaleza e com quem dividi não apenas “um teto”, mas uma parte importante da minha vida. Muito obrigada a todos vocês! Mais do que nunca percebo que de fato “não sou um, mas muitos... sou uma grande confusão!”.

Agradeço à família Vettorazzi, por me receber tão bem nas minhas idas à Fortaleza e por serem pessoas tão amáveis e prestativas. Agradeço à minha família, em especial a meu irmão, Ricardo e minha mãe, Dona Rai, pelo amor, por me motivarem a seguir em frente e pela paciência em continuar compreendendo os meus “ses”, mesmo após quase trinta anos.

Ao Airton, Felipe e membros do Laboratório de Fitosociologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por terem viabilizado várias das minhas idas ao campo. Ao meu companheiro de laboratório, Juan por toda a ajuda nas coletas e pelas conversas nos intervalos de trabalho e nas nossas peregrinações com Marquinhos e “Seu” Lenilson pelas estradas e matas da Usina. Agradeço também a essas duas pessoas maravilhosas, as quais eu tive a sorte de conviver e que contribuíram com sua boa vontade e conhecimento para realização deste trabalho.

Agradeço aos amigos e amigas por compreenderem minha ausência nesses dois últimos anos e à Juliana Gabrielle por se manter por perto, sempre me animando com uma palavra de apoio, um conselho ou mesmo uma palhaçada.

Por último, porém não menos importante, agradeço ao Igor Westphalen, por toda a paciência e amor e por se permitir fazer parte deste meu “complexo universo”.

RESUMO GERAL

Alterações deletérias em remanescentes de comunidades florestais têm sido associadas a modificações abióticas e bióticas devido aos efeitos do tamanho da área e da borda em fragmentos florestais. O sub-bosque é um dos componentes da floresta que melhor respondem aos efeitos da fragmentação por serem mais suscetíveis a tais efeitos. No extremo norte da Floresta Atlântica, estado de Pernambuco, Brasil, a vegetação remanescentes ocorre sob a forma de fragmentos de diferentes tamanhos, localizados principalmente em fundos de vales, onde, frequentemente, se concentram pequenos cursos d'água. O presente estudo teve como objetivos conhecer a organização estrutural e a influência da área e da borda na composição florística no sub-bosque de remanescentes florestais ripários. Inicialmente, foram realizados o levantamento florístico e estrutural do sub-bosque e verificada a similaridade deste com o estrato arbóreo. As espécies do sub-bosque foram classificadas em: transitórias e típicas de sub-bosque (baixo e alto). Os indivíduos foram agrupados em classes de altura e para cada espécie foram estimados os parâmetros absolutos e relativos de densidade e frequência por classe. Com base nesses parâmetros, foi obtida a estimativa da regeneração natural por classe de altura e a regeneração natural total de cada espécie. Em seguida, baseada nas hipóteses da relação espécie-área, foi estudada a estrutura da vegetação borda-interior no sub-bosque de seis fragmentos: três grandes (>100 ha) e três pequenos (<100 ha) que ocorre sobre essas áreas por onde correm pequenos córregos denominados neste estudo de sub-bosques ripários. Estações meteorológicas foram instaladas na borda e interior dos fragmentos para coleta de dados microclimáticos. Para análise estrutural, foram amostrados os indivíduos com CAS \geq 3 cm e CAP<15 cm e calculadas a densidade, frequência e dominância, além da riqueza de espécies e diversidade de Simpson. Na borda e interior de cada fragmento, foi calculado o percentual de indivíduos mortos e de espécies raras, comuns e abundantes e realizada a CCA para verificar se há relação entre as variáveis microclimáticas e a estrutura do sub-bosque entre ambientes. Os resultados deste estudo demonstraram que: a alta riqueza registrada no sub-bosque, associada à alta similaridade entre este componente e o dossel, indica que o sub-bosque de fragmentos florestais é composto predominantemente por indivíduos transitórios. Em geral, estas espécies apresentaram alto índice de regeneração, as maiores densidades e/ou frequência e estiveram bem distribuídas nas classes de tamanho, o que demonstra o potencial regenerante dos indivíduos que compõem o dossel. Nos fragmentos maiores, a borda apresentou temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar que o interior, enquanto os fragmentos menores não apresentaram diferença. Nos fragmentos menores foram registradas maior percentual de indivíduos mortos e maior diversidade. Pela CCA, as variáveis microclimáticas analisadas explicaram pequena parte da variância (10,7% nos fragmentos grandes e 12,9% nos pequenos) total dos dados. Verificou-se que o efeito da área e da borda teve influência maior nos fragmentos menores, visto que não houve diferença microclimática entre borda e interior. O componente sub-bosque não confirmou a relação espécie-área, mas nos fragmentos grandes, a composição das assembléias está relacionada às alterações microclimáticas entre borda e interior.

Palavras-chave: Diversidade. Regeneração natural. Riqueza. Microclima. Classes de altura.

GENERAL ABSTRACT

Deleterious changes in fragments of forest communities have been often associated to biotic and abiotic changes related to area and edge effects. The understory is an important component of forest communities and exhibits a clear response to the process of fragmentation, due to its susceptibility to such effects. In the Northern section of the Atlantic Forest in the State of Pernambuco, Brazil, forest vegetation remains as fragments, mainly located in bottom valleys, in which riparian sites often occur. This study aimed at improving the knowledge on the structural organization of the understory and on effects of area and edges on the floristic composition of forest understory in riparian forests. Firstly, a floristic and structural survey of the understory was carried out, and its similarity to the arboreal component was assessed. Understory species were classified as follows: transient and understory typical (tall and short). Individuals were grouped into height classes and, for each species, absolute and relative descriptors of density and frequency were estimated per class. Based on these parameters, we calculated an estimative of natural regeneration per height class, and a total regeneration index for each species. Secondly, with basis on species-area relationship and edge effects, we studied the structure of edge-interior understory vegetation in six fragments, three large (>100 ha) and three small (<100 ha). Meteorological stations were set up at the edge and interior of each fragment for assembling air temperature and humidity. For structural analyses, all individuals with circumference at soil level (CSL \geq 3 cm) and DBH < 15 cm were sampled, from which density, frequency and dominance, species richness and Simpson diversity were obtained. On the edge and interior of each fragment, we calculated the percentage of dead standing individuals and of rare, common and abundant species. A CCA was applied in order to check if there was a relationship between microclimatic variables and understory structure among environments. The results showed that: a high richness in the understory and a great similarity with the canopy stratum indicate that forest understory is predominantly composed by canopy regenerants. In general, these canopy species had high regeneration indices, greater densities and/ or frequencies and were evenly distributed amongst size classes, which demonstrate the regeneration potential of canopy species. In larger fragments, edges showed higher temperatures and lower humidity compared to forest interior, whereas in smaller fragments, these differences did not exist. In smaller fragments, there was a greater proportion of dead individuals and a higher diversity. According to CCA, microclimatic variables explained a small part of the total variance on forest structure (10.7% in large and 12.9% in small fragments). It was verified that area and edge effects had a greater influence on smaller fragments, considering that there were no differences on microclimate between edges and interiors. Although the understory component did not validate the species-area relationship, on large fragments the composition of understory assemblages was indeed related to edge-interior microclimatic differences.

Keywords: Diversity. Natural regeneration. Richness. Microclimate. Height classes.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 - ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE EM FRAGMENTOS RIPÁRIOS DE FLORESTA ATLÂNTICA, NORDESTE DO BRASIL	17
Figura 1 - Localização dos fragmentos estudados. Usina São José, Pernambuco, Brasil	21
Figura 2 - Desenho esquemático das unidades amostrais instaladas nos ambientes de borda e interior de fragmentos de floresta atlântica estudados em Pernambuco, Brasil	23
Figura 3 - Classificação em categorias de estratificação das espécies e (b) e dos indivíduos do sub-bosque em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. TR= espécies transitórias, SB baixo= espécies do sub-bosque baixo, SB alto= espécies do sub-bosque alto e NC= não classificadas	27
Figura 4 - Espécies com (a) maior Índice de Regeneração Natural Total (RNT) e/ou (b) densidade igual ou superior a 15 indivíduos em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. Em (a) e (b) as espécies estão ordenadas pelo RNT.....	30
Figura 5 - Distribuição percentual das espécies (a) entre as classes de altura; (b) em uma ou mais classes de altura e; (c) exclusivas de cada classe de altura encontradas nos ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil	31
Figura 6 - Média do número de espécies transitórias (TR) e típicas do sub-bosque baixo (SB baixo) e alto (SB alto) distribuídas por classes de altura em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. Barras verticais= Desvio padrão	32
 CAPÍTULO 3 - EFEITO DE ÁREA E BORDA NA ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE RIPÁRIO EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA, EXTREMO NORTE DE PERNAMBUCO, BRASIL	 47
Figura 1 - Localização da área de estudo. Usina São José, Pernambuco, Brasil	50
Figura 2 - (a) Estações meteorológicas automáticas Reinhardt Weather Station (System FT-1M) e (b) estações meteorológicas instaladas nos ambientes de borda e interior ripários e interior de encosta de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil	53
Figura 3 - Desenho esquemático das unidades amostrais instaladas nos ambientes de borda e interior de fragmentos de Floresta Atlântica estudados em Pernambuco, Brasil	54
Figura 4 - Gráficos da temperatura nos ambientes de borda e interior ripários em seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmento Grande; FP= Fragmento Pequeno	58
Figura 5 - Gráficos da umidade nos ambientes de borda e interior ripários em seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmento Grande; FP= Fragmento Pequeno	59
Figura 6 - Riqueza de espécies no ambiente ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos	61

- Figura 7 - Curvas de rarefação baseadas no número de indivíduos no sub-bosque ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. Curvas para amostras totais **(a)** e curvas por ambientes de borda e interior **(b)**. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos; b = borda; i = interior 62
- Figura 8 - Dez espécies de maior valor de importância no ambiente ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. DR = Densidade Relativa, DoR = Dominância Relativa, FR = Frequência Relativa 64
- Figura 9 - Diversidade de espécies no ambiente ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos 65
- Figura 10 - Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica dos dados de sessenta parcelas amostradas nos fragmentos grandes (FG) localizados em Pernambuco, Brasil. tar = temperatura do ar; ur = umidade relativa 68
- Figura 11 - Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica dos dados de sessenta parcelas amostradas nos fragmentos pequenos (FP) localizados em Pernambuco, Brasil. tar = temperatura do ar; ur = umidade relativa 68

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE EM FRAGMENTOS RIPÁRIOS DE FLORESTA ATLÂNTICA, NORDESTE DO BRASIL	17
Tabela 1 - Riqueza de espécies na amostra total, componente arbóreo e sub-bosque em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil	26
Tabela 2 - Estimativa (%) da Regeneração Natural Total (RNT) das 34 espécies mais importantes amostradas no ambiente ripário de cinco fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. CE= Categoria de estratificação; TR= espécies transitórias; SB baixo= espécies do sub-bosque baixo; SB alto= espécies do sub-bosque alto. Em negrito, espécies com maior RNT por fragmento.....	28
Tabela 3 - Número de espécies (a) regenerantes do dossel e típicas do sub-bosque baixo e alto distribuídas em todas as classes de altura, em pelo menos três, pelo menos duas ou em apenas uma classe de altura e; (b) exclusivas de uma determinada classe de altura encontradas em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. CE= Categoria de estratificação; TR= espécies transitórias; SB baixo= espécies do sub-bosque baixo e SB alto= espécies do sub-bosque alto	33
 CAPÍTULO 3 - EFEITO DE ÁREA E BORDA NA ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE RIPÁRIO EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA, EXTREMO NORTE DE PERNAMBUCO, BRASIL	 47
Tabela 1 - Valores absolutos de temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes de borda e interior ripários de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. Em negrito, destacam-se os ambientes significativamente diferentes	57
Tabela 2 - Fisionomia do sub-bosque ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos	60
Tabela 3 - Riqueza e diversidade nos ambientes de borda e interior do sub-bosque ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos	63
Tabela 4 - Famílias mais representativas em número de espécies e/ou indivíduos nos ambientes de borda e interior de fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. S= Número de espécies; N= Número de indivíduos	64
Tabela 5 - Percentual das espécies raras (≤ 5 indivíduos) e abundantes (> 50 indivíduos) presentes no sub-bosque ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos	66

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS	14
CAPÍTULO 2 - ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE EM FRAGMENTOS RIPÁRIOS DE FLORESTA ATLÂNTICA, NORDESTE DO BRASIL	17
2.1 INTRODUÇÃO	18
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
2.2.1 Área de estudo	20
2.2.2 Coleta dos dados de composição e estrutura	22
2.2.3 Análise dos dados composição e estrutura	22
2.3 RESULTADOS	25
2.3.1 Riqueza e composição de espécies	25
2.3.2 Classificação das espécies em categorias de estratificação	26
2.3.3 Capacidade regenerativa e estrutura vertical	29
2.4 DISCUSSÃO	33
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICE	42
CAPÍTULO 3 - EFEITO DE ÁREA E BORDA NA ESTRUTURA DO SUB- BOSQUE RIPÁRIO EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA, EXTREMO NORTE DE PERNAMBUCO, BRASIL	47
3.1 INTRODUÇÃO	48
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	51
3.2.1 Localização e caracterização ambiental da área de estudo	51
3.2.2 Coleta de dados microclimáticos borda-interior	53
3.2.3 Coleta dos dados de estrutura do sub-bosque	54
3.2.4 Análise dos dados microclimáticos	55
3.2.5 Análise dos dados de estrutura	55
3.3 RESULTADOS	56
3.3.1 Caracterização Microclimática	56
3.3.2 Fisionomia do sub-bosque ripário	60
3.3.3 Estrutura do sub-bosque ripário	61
3.4 DISCUSSÃO	69
3.4.1 Efeitos da área e de borda no microclima	69
3.4.2 Efeitos da área e da borda na fisionomia e na estrutura do sub-bosque ripário	69
3.4.3 Relação microclima e estrutura do sub-bosque ripário	71
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICE	82
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	89

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL

A fragmentação de habitats representa uma das grandes ameaças à biodiversidade (SALA *et al.* 2000), por transformar um habitat contínuo em vários fragmentos pequenos e isolados (CAGNOLO; CABIDOB; VALLADARES, 2006). O processo de fragmentação resulta na redução da área do habitat e como consequência há redução na riqueza de táxons e modificação na composição de espécies (SANTOS; KINOSHITA; SANTOS, 2007). Na seleção de áreas prioritárias para conservação, o tamanho da área do remanescente é considerado uma característica importante e está baseada na relação positiva entre a área do habitat e a riqueza de espécies (CAGNOLO; CABIDOB; VALLADARES, 2006; HILL; CURRAN, 2003), o que tem sido demonstrado através de estudos das relações espécies-área (CONNOR; MCCOY, 1979).

A Relação Espécie-Área demonstra que a riqueza específica aumenta com o aumento da área (TURNER; TJORVE, 2005) e é um dos pressupostos da Teoria da Biogeografia de Ilhas de MacArthur e Wilson (1967). A área *per se* é um dos mecanismos que explicam a relação espécie-área (CONNOR; MCCOY, 1979). Entre os pressupostos da Teoria da Biogeografia Insular, os efeitos da área *per se* explica que as maiores taxas de extinção estão associadas a áreas de menor dimensão devido a apresentar menor capacidade de suporte do ambiente e, conseqüentemente, as populações tendem a ser mais vulneráveis à estocasticidade ambiental, demográfica e genética (HOBBS; YATES, 2003; MATTHIES *et al.*, 2004). Porém, estudos empíricos demonstram que nem sempre áreas menores com a mesma oferta de habitats de áreas grandes perdem em número de espécies (KALLIMANIS *et al.*, 2008). Esta perda pode ser menos drástica do que pressupõe a teoria da biogeografia de ilhas (METZGER, 1997), pois além da relação entre perda de área e riqueza, outros fatores também contribuem para a diminuição do número de espécies, como por exemplo, o aumento da área sob o efeito de borda (METZGER, 1999).

O efeito de borda é definido como as alterações nas condições microclimáticas do habitat provocadas pela proximidade com a nova matriz circundante (DELAMÔNICA, 2000), que desencadeia respostas primárias (diminuição da cobertura da copa, densidade de árvores e da biomassa) e secundárias (aumento da densidade de plântulas e da cobertura do sub-bosque) na estrutura da vegetação e nos processos ecológicos (HARPER; MACDONALD, 2002; HARPER *et al.*, 2005).

Efeitos de área e efeitos de borda, juntos, são os fatores mais importantes que ocasionam mudanças em comunidades fragmentadas. São denominados efeitos de área as mudanças ecológicas ocasionadas pela diminuição do tamanho e o isolamento do fragmento (NASCIMENTO; LAURANCE, 2006), enquanto, que as variações físicas e bióticas ocorridas ao longo de uma transeção margem-interior do fragmento são denominados efeitos de borda e a intensidade é proporcional à distância da borda (MURCIA, 1995). Esses efeitos atuam simultaneamente, uma vez que quanto menor o tamanho do fragmento florestal maior é a razão borda/área e, portanto, fragmentos menores estão mais sujeitos a efeitos de borda mais intensos (ZUIDEMA; SAYER; DIJKMAN, 1996).

As florestas tropicais são reconhecidas por possuir a maior diversidade vegetal da terra (GIVNISH, 1999) e, apesar disso, vêm sendo altamente ameaçadas pela ação humana nas últimas décadas (HARPER *et al.*, 2005). Entre as florestas tropicais, a Floresta Pluvial Atlântica é considerada área prioritária para conservação biológica por possuir grau de endemismo elevado e estar criticamente ameaçada pela fragmentação (MYERS *et al.*, 2000) que, em consequência, provoca redução da área, mudança na forma e aumento no isolamento dos remanescentes florestais, cuja resposta mais imediata é a perda da riqueza de espécies. (HILL; CURRAN, 2003). Em Pernambuco, a maior parte da área potencial da Floresta Atlântica está transformada em terras cultivadas. Estima-se que restam apenas cerca de 4,6% da floresta original (LIMA, 1998) em forma de fragmentos pequenos com área de forma irregular, a maioria com menos de 500 ha (RANTA *et al.*, 1998), localizados principalmente em fundos de vales, com inclinação superior a 30%. No fundo desses vales, geralmente ocorrem pequenas nascentes e córregos/riachos, cuja vegetação que recobre esses habitats alagados, baseado na classificação de Lima e Zakia (2000), foi denominada, neste estudo, de floresta ripária.

A vegetação que margeia ou recobre as nascentes e cursos d'água distingue-se fisionômica e floristicamente do restante da floresta por fatores como o tipo de solo (JACOMINE, 2000) e a disponibilidade hídrica (LIMA; ZAKIA, 2000), que contribui para a seletividade das espécies ocorrentes nesses habitats devido à necessidade de adaptações fisiológicas para resistir à saturação hídrica (IVANAUSKAS; RODRIGUES; NAVE, 1997). No entanto, além das espécies tipicamente ripárias, nesses habitats ocorrem espécies características de terra firme, e dessa forma, a vegetação das faixas ripárias também funciona como fontes importantes de sementes para o processo de regeneração natural dos remanescentes florestais (TRIQUET; MCPEEK; MCCOMB, 1990).

No sub-bosque de remanescentes florestais, também denominado estrato de regeneração, encontram-se arbustos e indivíduos arbóreos jovens (OLIVEIRA; AMARAL, 2005), plântulas, ervas e adultos ciófitos (TABARELLI; VILLANI; MANTOVANI, 1993). A caracterização florística e estrutural deste componente e suas alterações ao longo do processo de sucessão secundária são importantes para a definição de estratégias de manejo e de políticas de conservação dos remanescentes, uma vez que as plântulas de espécies arbóreas e arbustivas do sub-bosque são diretamente afetadas por alterações no dossel, provocadas por distúrbios naturais ou antrópicos (MARTINS; RODRIGUES, 2002).

Com o objetivo de conhecer a influência da área e da borda na composição florística e a organização estrutural do sub-bosque de remanescentes florestais dos fundos de vales alagados de fragmentos florestais da Floresta Atlântica do extremo norte do Brasil, aqui denominados de floresta ripária, o presente estudo foi estruturado em dois capítulos. O Capítulo 2 teve como objetivos: 1) conhecer a riqueza e composição de espécies no sub-bosque ripário; 2) saber quais grupos ecológicos, se típicas de sub-bosque ou transitórias, predominam no sub-bosque ripário; e 3) conhecer a capacidade regenerativa atual e potencial nos remanescentes estudados.

No Capítulo 3, os objetivos foram saber se: 1) as condições microclimáticas de borda e interior em fragmentos florestais são distintas em fragmentos grandes e pequenos; 2) a fisionomia e estrutura do sub-bosque em ambientes de borda e interior ripários de fragmentos florestais de tamanhos distintos respondem de forma diferente aos efeitos da área e de borda e; 3) as condições microclimáticas são variáveis explicativas das diferenças estruturais do sub-bosque na borda e interior de fragmentos florestais de diferentes tamanhos. Para atender a estes objetivos, foram avaliadas a influência da área e da borda em seis fragmentos ripários no extremo norte da Floresta Atlântica, em Pernambuco.

REFERÊNCIAS

- CAGNOLO, L.; CABIDOB, M.; VALLADARES, G. Plant species richness in the Chaco Serrano Woodland from central Argentina: Ecological traits and habitat fragmentation effects. **Biological Conservation**, v. 132, p. 510-519. 2006.
- CONNOR, E.F.; MCCOY, E.D. The statistics of the species–area relationship. **American Naturalist**, v. 113, p. 791–833. 1979.
- DELAMÔNICA, P. A. Fragmentação da paisagem. *In*: OLIVEIRA, A. A. de; DALY, D. C. **As florestas do Rio Negro**. São Paulo: Schwarcz, 2000. cap. 9. p. 285-289.
- GIVNISH, T. J. On the causes of gradients in tropical tree diversity. **Journal of Ecology**, n. 87, p. 193-210. 1999.
- HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E. Structure and composition of edges next to regenerating clear-cuts in the mixed-wood boreal forest. **Journal of Vegetation Science**. v. 13, p. 535-546. 2002.
- HARPER, K. A.; MACDONALD, E.; BURTON, P. J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K. D.; SAUNDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E. S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M. S.; ESSEN, P. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 768-782. 2005.
- HILL, J. L.; CURRAN, P. J. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 1391-1403. 2003.
- HOBBS, R.J., YATES, C. J. Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: generalising the idiosyncratic. **Australian Journal of Botany**, v. 51, p. 471-488. 2003.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga - SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, n. 2. 139-153. 1997.
- JACOMINE, P. K. T. Solos sob Matas Ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO H. DE F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP-FAPESP, 2000. pp. 27-31.
- KALLIMANIS, A. S.; MAZARIS, A. D.; TZANOPOULOS, J.; HALLEY, J. M.; PANTIS, J. D.; SGARDELIS, P. How does habitat diversity affect the species-area relationship? **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, n. 4, p. 532-538. 2008.
- LIMA, M.L.F.C. **A reserva da biosfera da Mata Atlântica em Pernambuco – situação atual, ações e perspectivas**. Caderno 12. Gráfica do Instituto Florestal: São Paulo, 1998. 44 p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP-FAPESP, 2000. pp. 33-44.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 203 p.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Gap-phase regeneration in Semideciduous Mesophytic Forest, south-eastern Brazil. **Plant Ecology**, v.163, n. 1, p. 51-62. 2002.

MATTHIES, D., BRAÜER, I., MAIBOM, W., TSCHARNTKE, T. Population size and the risk of extinction: empirical evidence from rare plants. **OIKOS**, v.105, p. 481-488. 2004.

METZGER, J. P. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of South-East Brazil. **Landscape and Urban Planning**, v. 37, p. 29-35. 1997.

_____. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 3, p. 445-463. 1999.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62. 1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858. 2000.

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 Amazonica**, v. 36, n. 2, p. 183-192. 2006.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 1-16. 2005.

RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMELÄ, J.; JOENSUU, E.; SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 385-403. 1998.

SALA, O. E.; CHAPIN III, F. S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R. B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D. M.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, N. L.; SYKES, M. T.; WALKER, B. H.; WALKER, M.; WALL, D. H. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. **Science**, v. 287, p. 1770-1774. 2000.

SANTOS, K; KINOSHITA, L. S.; SANTOS, F. A. M. Tree species composition and similarity in semideciduous forest fragments of southeastern Brazil. **Biological Conservation**, v.135, p. 268-277. 2005.

TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI, W. Aspectos da sucessão secundárias em floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 5, n. 1, p. 99-112. 1993.

TRIQUET, A. M.; MCPEEK, G. A.; MCCOMB, W. C. Songbird diversity in clear cuts with or without a Riparian Buffer Strip. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 45, n. 4, p. 500-503. 1990.

TURNER, W. R.; TJØRVE, E. Scale-dependence in species area relationships. **Ecography**, v. 28, p. 721-730. 2005.

ZUIDEMA, P. A.; SAYER, J. A.; DIJKMAN, W. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. **Environmental Conservation**, v. 23, p. 290-297. 1996.

CAPÍTULO 2: ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA, NORDESTE DO BRASIL

Resumo

Visando conhecer a estrutura dos sub-bosques localizados em fundos de vale ripário na Floresta Atlântica do extremo norte de Pernambuco, através da abordagem amostral e funcional, foram selecionados cinco fragmentos, nos quais foram realizados o levantamento florístico e estrutural do sub-bosque, além de verificada a similaridade deste com o estrato arbóreo. Em cada fragmento, foram selecionadas 20 parcelas de 10x10 m, para amostragem dos indivíduos arbóreos (CAP>15 cm). Em um dos vértices de cada parcela de 10x10m foram instaladas parcelas de 5x5 m e amostrado os indivíduos lenhosos com CAP<15 cm e CAS>3 cm, sem limite de altura. As espécies do sub-bosque foram classificadas em: 1) transitórias e 2) típicas de sub-bosque (baixo e alto). Os indivíduos foram agrupados em classes de altura e para cada espécie foram estimados os parâmetros absolutos e relativos de densidade e frequência por classe. Com base nesses parâmetros foi obtida a estimativa da regeneração natural por classe de altura e a regeneração natural total de cada espécie. Um total de 192 espécies, distribuídas em 50 famílias foi registrado. O sub-bosque apresentou maior riqueza (média 63,8 espécies) que o componente arbóreo (média de 43,8 espécies) e a similaridade entre os dois componentes foi em média 0,54. A alta riqueza do sub-bosque registrada neste estudo associado à alta similaridade entre sub-bosque e dossel indica que, em geral, os fragmentos encontram-se em estágio sucessional avançado. Os resultados deste estudo demonstram que o sub-bosque de fragmentos florestais é composto predominantemente por indivíduos regenerantes do dossel. Em geral, estas espécies apresentaram alto índice de regeneração, as maiores densidades e/ou frequência e estiveram bem distribuídas em todas as classes de tamanho, o que demonstra o potencial regenerante dos indivíduos que compõem o dossel.

Palavras-chave: Regeneração. Classes de altura. Composição florística. Riqueza. Densidade

2.1 INTRODUÇÃO

O termo sub-bosque envolve, de forma mais abrangente, além dos indivíduos jovens das espécies arbóreas do dossel, o conjunto de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas que durante todo seu ciclo de vida não alcançam o dossel da floresta (TABARELLI; VILLANI; MANTOVANI, 1993). Em geral, o que se espera, conforme Jardim e Hosokawa (1986), em floresta tropical, é que a composição florística entre o estrato superior e a fração do sub-bosque seja diferente devido ao grande número de espécies heliófilas, bem representadas no dossel, com pequena ou nenhuma capacidade de regeneração, e à baixa estatura do estrato herbáceo-arbustivo do sub-bosque, que alcançará, no máximo, o estrato inferior da floresta. Entre as espécies do sub-bosque, aquelas que se encontram em todas as classes de altura, principalmente nas classes superiores, essa distribuição nas diferentes classes de altura demonstra a sobrevivência da espécie visto que a taxa de mortalidade natural é maior nas classes de menor tamanho (FELFILI *et al.*, 2000; VOLPATO, 1994).

A estrutura vertical de sub-bosques florestais tem sido analisada a partir de dois critérios: de amostragem, que delimita os indivíduos componentes pelo tamanho e inclui pequenas árvores e arbustos, independentemente do potencial de ocupação vertical na floresta (CAMPOS; LANDGRAF, 2001; GOMES *et al.*, 2009; LIMA-FILHO *et al.*, 2002; MARANGON *et al.*, 2008; RAYOL *et al.* 2006; SILVA *et al.* 2007); ou funcional, que se baseia no potencial de ocupação das espécies na estrutura vertical da floresta, e identifica as residentes e transitórias (ARAÚJO *et al.*, 2006; AQUINO; BARBOSA, 2009; GAMA *et al.*, 2002; ONOFRE; ENGEL; CASSOLA, 2010; TABARELLI; MANTOVANI, 1999). Conforme Gilliam; Turril e Adams (1995) compõem o grupo de espécies residentes as formas de crescimento herbáceas, rastejantes e arbustos de pequeno porte que permanecem neste estrato durante todo o seu ciclo de vida, enquanto o grupo de espécies transitórias é representado por indivíduos que têm o potencial de emergir para os estratos superiores, como as árvores, arvoretas e trepadeiras.

Os dois grupos de espécies estabelecem-se concomitantemente (GILLIAM; TURRIL; ADAMS, 1995; TABARELLI; VILLANI; MANTOVANI, 1993) e isso contribui para que o sub-bosque apresente até o dobro do número de espécies registradas no dossel da floresta (GALEANO; SUÁREZ; BALSLEV, 1998) devido à presença de grande riqueza de formas de crescimento (GENTRY; DODSON, 1987; SCHNITZER; CARSON, 2000).

Estudos sobre a estrutura do sub-bosque que integrem as abordagens amostral e funcional, além de contribuir para conhecer a riqueza da floresta, permitem inferir sobre quais

espécies do sub-bosque são indicadoras da qualidade do meio (RICHARDS, 1996). A partir dessas informações, pode-se diagnosticar o estágio sucessional e o nível de impactos naturais e antrópicos em fragmentos florestais. Por exemplo, a ocorrência no sub-bosque de baixa riqueza de espécies pioneiras e alta riqueza de espécies tolerantes à sombra indica estágio sucessional mais avançado (ONOFRE; ENGEL; CASSOLA, 2010; VILELA *et al.*, 1993; VILELA *et al.*, 1995) e a análise da densidade e distribuição em classes de tamanho dos indivíduos de espécies transitórias no sub-bosque indica como será futuramente a estrutura do dossel da floresta (VOLPATO, 1994).

O estrato que funcionalmente inclui apenas as espécies transitórias, chamado de regeneração natural, engloba, de acordo com Finol (1971), o conjunto de todos os indivíduos arbóreos a partir de 0,1 m de altura até o diâmetro à altura do peito (DAP a 1,30 m) imediatamente inferior ao utilizado no estudo do estrato arbóreo, que em geral varia de 5 cm (MARANGON *et al.*, 2008, RAYOL *et al.*, 2006, SILVA *et al.*; 2007; VOLPATO, 1994) a 10 cm de DAP (LIMA-FILHO *et al.* 2002). Gama *et al.* (2003), a regeneração natural refere-se às fases iniciais de estabelecimento e desenvolvimento das plantas arbóreas e decorre da interação de processos naturais de reestabelecimento do ecossistema.

Na Floresta Pluvial Atlântica, poucos estudos de sub-bosque já realizados analisam a estrutura vertical (OLIVEIRA, MANTOVANI; MELO, 2001; SILVA *et al.*, 2007; VOLPATO, 1994), a maioria das pesquisas avalia apenas a estrutura horizontal (GOMES *et al.*, 2009; SILVA, A. *et al.*, 2008; TABARELLI; MANTOVANI, 1999; TABARELLI; VILLANI; MANTOVANI, 1993). A inclusão da análise da estrutura vertical permite melhor diagnóstico da dinâmica e do estado sucessional dos fragmentos de vegetação natural (FINOL, 1971). Esse tipo de análise é de extrema importância para a conservação, particularmente na Floresta Atlântica, que está criticamente ameaçada pelo desmatamento e fragmentação (MYERS *et al.*, 2000).

No extremo norte da Floresta Atlântica, em Pernambuco, a maior parte da área potencial desta floresta são de terras cultivadas. Estima-se que restam apenas 4,6% da cobertura original (LIMA, 1998) sob a forma de fragmentos pequenos e irregulares, a maioria com menos de 500 ha (RANTA *et al.*, 1998; TRINDADE *et al.*, 2008). Estes remanescentes estão localizados principalmente em fundos de vales, com inclinação superior a 30%, locais onde se concentram, frequentemente, pequenos cursos d'água denominados de floresta ripária conforme a descrição de Lima e Zakia (2000). O termo floresta ripária é frequentemente utilizado no Brasil para designar as florestas que margeiam cursos d'água em áreas onde a vegetação de interflúvio também é florestal (METZGER; BERNACCI; GOLDENBERG,

1997). Nesses habitats, além das espécies tipicamente ripárias, ocorrem espécies presentes na terra firme, de forma que a vegetação das faixas ripárias funciona como fonte importante de sementes para o processo de regeneração natural dos remanescentes florestais (TRIQUET; MCPEEK; MCCOMB, 1990). Assim, a análise amostral e funcional da estrutura de sub-bosques ripários é importante para diagnosticar o estágio sucessional dos fragmentos, auxiliar em atividades de recuperação da vegetação (SILVA *et al.*, 2007) e subsidiar ações de manejo e de práticas silviculturais direcionadas ao aproveitamento contínuo de florestas (MATTEI; LONGHI, 2001; GAMA *et al.*, 2002; GAMA *et al.*, 2003).

Visando a descrever a estrutura dos sub-bosques que ocorre nos cursos d'água de fundo de vale de fragmentos de Floresta Atlântica, através da abordagem amostral e funcional, foram selecionados cinco fragmentos de diferentes tamanhos, em Pernambuco. O estudo teve como objetivos: 1) conhecer a riqueza e composição de espécies; 2) conhecer a similaridade entre a composição do sub-bosque e a do dossel; 3) classificar as espécies constituintes em típicas de sub-bosque ou transitórias; e 4) saber qual a capacidade regenerativa atual e potencial nos remanescentes estudados.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Área de estudo

Foram estudados cinco fragmentos localizados entre as coordenadas 07°41'04,9"e 07°54'17,6"S; 34°54'17,6" e 35°05'07,2"W, no extremo norte do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, em propriedades da Usina São José (Figura 1) que, neste estudo, foram denominados: F1 (Mata de Piedade, 305,78 ha), F2 (Mata dos Macacos, 356, 22 ha), F3 (Mata da Zambana, 387, 85 ha), F4 (Mata das Vespas, 13,80 ha) e F5 (Mata do Pezinho, 29, 89 ha). A área da Usina São José abrange cerca de 240 km², cuja paisagem é marcada pela monocultura de cana-de-açúcar. A vegetação florestal remanescente (24% da área total) está inserida no domínio da Floresta Atlântica, denominada Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (IBGE, 1992) e cobre 65,7 km², distribuídas em 106 fragmentos (TRINDADE *et al.*, 2008). O clima da área é do tipo As' (tropical quente e úmido), segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1687 mm, chuvas concentradas nos meses de abril a agosto e temperatura média de 25,1°C (dados da Usina São José, período de 1998 a 2006). Os fragmentos situam-se sobre a geologia do Grupo Barreiras, de idade plio-pleistocênica, constituído por sedimentos areno-argilosos não consolidados, de origem continental. O relevo é constituído por tabuleiros com feições de topos planos, entrecortados por vales estreitos e

profundos, cujas vertentes apresentam declividades maiores que 30% (CPRH, 2003). Os remanescentes estudados abrigam áreas nas quais ocorrem cursos de água, os quais apresentam entre um e três metros de largura e integram a bacia hidrográfica do Rio Botafogo (FIDEM, 1987), o que permite denominá-los florestas ripárias. A vegetação nessas áreas está subordinada a fatores abióticos distintos como o tipo de solo (JACOMINE, 2000), e a maior disponibilidade hídrica (LIMA; ZAKIA, 2000) e consequentemente, segundo Ivanauskas; Rodrigues; Nave (1997) difere das demais em fisionomia e composição devido às adaptações fisiológicas necessárias para resistir à saturação hídrica. As florestas ripárias exercem efeito protetor das margens dos rios e reservatórios (VILELA *et al.*, 1995) e formam corredores importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal (LIMA; ZAKIA, 2000).

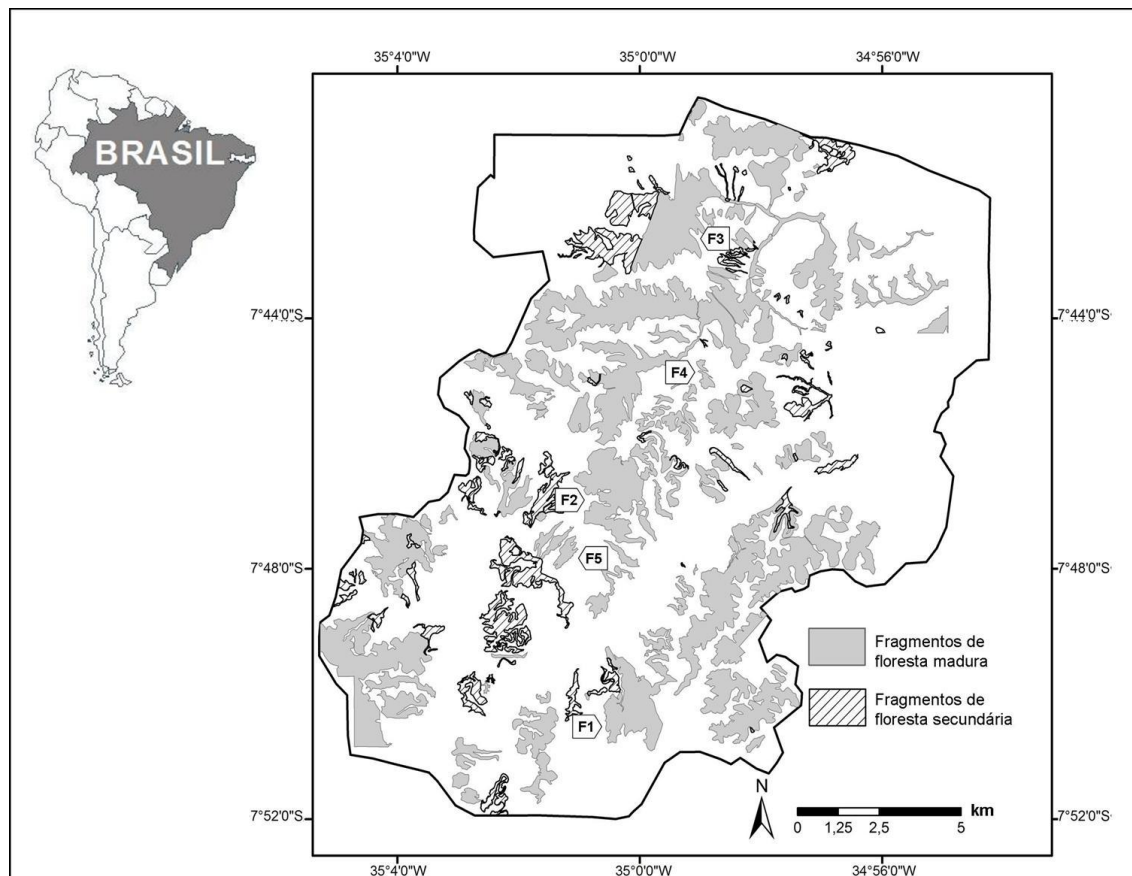


Figura 1. Localização dos fragmentos estudados. Usina São José, Pernambuco, Brasil. Fonte: Trindade *et al.*, (2008)

2.2.2 Coleta dos dados de composição e estrutura

Para a análise do sub-bosque, foram instaladas, em cada fragmento, 20 parcelas não contíguas de 5 x 5 m no vértice de parcelas maiores de 10 x 10 m (Figura 2), já utilizadas para o estudo do componente arbóreo (LINS E SILVA, 2010). Para amostragem do componente arbóreo, foram incluídas todas as árvores com CAP (Circunferência a altura do Peito) maior ou igual a 15 cm. No sub-bosque, foram considerados os indivíduos lenhosos com CAP (Circunferência Altura do Peito) inferior a 15 cm e circunferência a altura do solo (CAS) maior que 3 cm, independentemente da altura. Todos os indivíduos incluídos no estrato arbóreo ou sub-bosque tiveram CAP ou CAS medido com fita métrica e altura tomada ou estimada com auxílio de régua graduada de 8 m. Além disso, foi coletada de todas as espécies uma amostra fértil ou estéril de seus ramos. Os dados coletados (CAS, CAP, altura, família botânica e espécie) foram organizados em banco de dados no programa Mata Nativa 2 (SOUZA *et al.*, 2006).

O material botânico coletado foi herborizado seguindo metodologia usual e protocolo do Projeto Fragmentos (ALVES-ARAÚJO *et al.*, 2008) e incorporado aos Herbários das Universidades Federais de Pernambuco (UFP) e do Instituto Agrônomo de Pesquisas (IPA). As amostras foram identificadas até o nível de espécie, quando possível, com auxílio de literatura específica e comparação com o material determinado por especialistas, depositado no herbário UFPR, UFP e IPA. Quando necessário, o material foi enviado a especialistas para identificação e/ou confirmação. Todas as espécies coletadas foram listadas por ordem alfabética de família. O sistema de classificação adotado foi o APG III (2009). Os nomes das espécies foram atualizados quanto à sinonímia com base no sítio do Missouri Botanical Garden (TROPICOS, 2010) e os nomes e/ou abreviaturas dos autores das espécies foram grafados de acordo com The International Plant Names Index (IPNI, 2010).

2.2.3 Análise dos dados composição e estrutura

A flora lenhosa do sub-bosque analisado foi classificada em categorias funcionais de estratificação em: 1) espécies transitórias (TR) representadas pelos indivíduos jovens das espécies arbóreas que compõem o estrato mais alto da floresta e; 2) típicas de sub-bosque, ou seja, espécies residentes, como arbustos e arvoretas que se desenvolvem sob o dossel. As espécies típicas de sub-bosque foram ainda divididas em: a) sub-bosque baixo (SB baixo),

composto por espécies que formam o estrato mais baixo da floresta e não ultrapassam, em média, os 5 m de altura e b) sub-bosque alto (SB alto), representado por espécies ciófilas que compõem o estrato intermediário, não atingindo o dossel. A divisão das espécies típicas nas categorias de sub-bosque baixo e alto foi baseada nos trabalhos de Gomes *et al.* (2009), Oliveira e Amaral (2005), Onofre *et al.* (2010) e Souza *et al.* (2009), Vilela *et al.* (1995). Em cada fragmento, foram determinados o número e o percentual de espécies e indivíduos presentes em cada categoria de estratificação (CE). Com o objetivo de verificar se o sub-bosque de cada um dos fragmentos eram estruturalmente similares ente si, foi comparada a homogeneidade na distribuição de espécies e indivíduos entre as CE dos fragmentos por meio do teste G, no programa BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007). A similaridade florística entre o sub-bosque e o estrato arbóreo, foi comparada, dentre e entre os fragmentos, por meio do Índice de Similaridade Sørensen (MAGURRAN, 2004) com o objetivo de definir quais são as espécies registradas no sub-bosque que representam o potencial regenerativo do componente arbóreo sobrejacente.

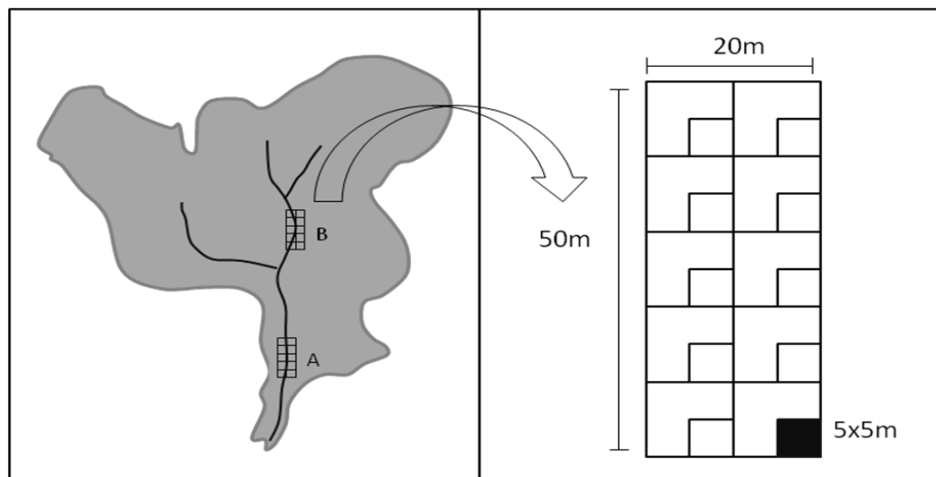


Figura 2. Desenho esquemático das unidades amostrais instaladas nos ambientes de borda e interior de fragmentos de floresta atlântica estudados em Pernambuco, Brasil.

A divisão das espécies residentes nas categorias de sub-bosque baixo e alto foi baseada nos trabalhos de Gomes *et al.* (2009), Oliveira; Amaral (2005), Onofre; Engel e Cassola (2010) e Souza; Almeida-Jr e Zickel (2009), Vilela *et al.* (1995). Em cada fragmento, foram determinados o número e o percentual de espécies e indivíduos presentes em cada categoria de estratificação (CE). Com o objetivo de verificar se o sub-bosque de cada um dos fragmentos eram estruturalmente similares ente si, foi comparada a homogeneidade na distribuição de espécies e indivíduos entre as CE dos fragmentos por meio do teste G, no

programa BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007). Dentre e entre os fragmentos, foi comparada a similaridade florística da flora registrada no sub-bosque com a do estrato arbóreo com o objetivo de definir quais são as espécies registradas no sub-bosque que representam o potencial regenerativo do componente arbóreo sobrejacente.

Os estudos sobre regeneração natural usualmente estratificam a vegetação em classes de altura. Neste trabalho, foi adotada a classificação utilizada por Marangon *et al.* (2008) com modificações baseadas em Oliveira-Filho *et al.* (1994). Marangon *et al.* (2008) utilizaram o limite de altura mínimo de 1 m, com a justificativa de que os indivíduos com essa altura apresentam melhor definição das características morfológicas e assim permitem identificação mais confiável. No presente estudo, também foram amostradas as plantas com altura inferior a 1 m, pois segundo Oliveira-Filho (1994) isso permite a amostragem de maior número de indivíduos. Os indivíduos foram agrupados nas seguintes classes de altura: classe 1- altura < 1 m; classe 2 - altura entre 1-2 m; classe 3- altura > 2 ≤ 3; e classe 4 altura > 3 m com CAP menor que 15 cm.

A análise da importância das espécies no sub-bosque foi feita com base no índice de regeneração natural por classes de altura e regeneração natural total, segundo o método utilizado por Volpato (1994). Proposto por Finol em 1971 e modificada por Volpato em 1994, a estimativa da regeneração natural, inclui parâmetros relacionados com a estrutura horizontal e vertical (densidade, frequência e distribuição dos indivíduos em classes de altura). Nos últimos anos o índice de regeneração natural tem sido utilizado (por exemplo, MARANGON *et al.*, 2008, SILVA *et al.*, 2007) com intuito de realizar um diagnóstico mais completo da dinâmica e do estado de desenvolvimento das florestas.

Para calcular o índice regeneração natural, foram estimados, para cada espécie presente em cada fragmento, os parâmetros absolutos e relativos de densidade e frequência, em cada classe de altura. A partir desses parâmetros foi feita a estimativa da regeneração natural por classe de altura (RNC) conforme a expressão proposta por Volpato (1994).

$$RNC_{ij} = \frac{DR_{ij} + FR_{ij}}{2}$$

onde,

RNC_{ij} = estimativa da regeneração natural da *i*-ésima espécie, na *j*-ésima classe de tamanho de planta em percentagem;

DR_{ij} = densidade relativa para a *i*-ésima espécie, na *j*-ésima classe de tamanho de regeneração natural;

FR_{ij} = frequência relativa para a i -ésima espécie, na j -ésima classe de tamanho de regeneração natural;

$i = 1, 2, 3 \dots$ p -ésima espécies amostrada;

$j = 1, 2, 3$ e 4

Em seguida, foi calculada a estimativa da regeneração total (RNT) de cada espécie, por meio da soma dos índices de regeneração natural em cada classe, de acordo com a seguinte fórmula (Volpato, 1994):

$$RNT_i = \sum_{j=1}^4 RNC_{ij}$$

em que,

RNT_i = estimativa da regeneração natural total da i -ésima espécie;

RNC_{ij} = estimativa da regeneração natural da i -ésima espécie, na j -ésima classe de tamanho de planta;

$i = 1, 2, 3 \dots$ p -ésima espécies amostrada;

$j = 1, 2, 3$ e 4

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Riqueza e composição de espécies

No sub-bosque dos cinco fragmentos analisados, foram amostradas 163 espécies distribuídas em 44 famílias. A riqueza média de espécies entre os fragmentos foi de $63,8 \pm 21,72$, cuja variação foi de 32 espécies em F3 a 93 espécies em F1 (Tabela 1). No estrato arbóreo, foram amostradas 126 espécies em 44 famílias (LINS E SILVA, 2010). Neste componente, o número de espécies variou de 32 espécies em F2 a 69 espécies em F1, sendo a média de 43,8 espécies ($\pm 18,14$). Exceto no fragmento F3, os demais fragmentos apresentaram maior riqueza no sub-bosque.

O sub-bosque dos fragmentos estudados apresentou, no mínimo, o dobro de espécies em relação à flora do dossel. Em média, 35% ($\pm 16,76$) das espécies ocorreram exclusivamente no sub-bosque, enquanto 15,2% ($\pm 10,18$) das espécies ocorreram apenas no componente arbóreo das florestas ripárias.

No total, 75,4% das espécies presentes no estrato arbóreo estavam presentes no sub-bosque. A similaridade entre os componentes arbóreo e de sub-bosque nos diferentes

fragmentos foi em média $0,54 \pm 0,09$ (Tabela 1). O fragmento F3 apresentou o maior índice, 0,68, enquanto os fragmentos F4 e F5 apresentaram a menor similaridade, com índice Sørensen de 0,46 e 0,45, respectivamente.

Tabela 1. Riqueza de espécies na amostra total, componente arbóreo e sub-bosque em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil.

	F1	F2	F3	F4	F5	Total	Média ± DP
Riqueza Total	117	72	50	92	64	192	$79 \pm 26,12$
Riqueza arbóreo	69	32	44	52	22	126	$43,8 \pm 18,14$
Riqueza sub-bosque	93	66	32	67	61	163	$63,8 \pm 21,72$
Similaridade de Sørensen	0,56	0,53	0,68	0,45	0,46	-	$0,54 \pm 0,09$
Exclusivas do arbóreo	24	6	18	25	3	-	$15,2 \pm 10,18$
Exclusivas do sub-bosque	48	40	6	40	43	-	$35,4 \pm 16,76$
Espécies com N ≥ 15 (%)	11,83	10,61	31,25	20,9	19,67	37	$18,85 \pm 8,03$

As famílias Myrtaceae (17 espécies/ 227 indivíduos), Melastomataceae (13/ 327), Rubiaceae (10/ 247), Fabaceae-Mimosoideae (10/ 234), Annonaceae (9/ 461) e Clusiaceae (7/ 266) foram as de maior riqueza de espécies e representaram 40,50% do total de espécies do sub-bosque. O estrato considerado sub-bosque baixo foi composto principalmente por espécies da família Rubiaceae e Melastomataceae, que somaram 52,17% das espécies presentes nesta categoria, enquanto no sub-bosque alto predominaram as espécies das famílias Annonaceae, Clusiaceae e Myrtaceae, que representaram 66,66% da flora.

Além das famílias citadas acima, a família Lecythidaceae (3 espécies/ 447 indivíduos), apesar da menor riqueza, apresentou densidade alta. Entre as espécies, *Anaxagorea dolichocarpa* (Annonaceae), *Eschweilera ovata* (Lecythidaceae) e *Symphonia globulifera* (Clusiaceae) se destacaram por apresentar maior número de indivíduos (24,10% do total) e estar presentes entre as 10 espécies com maior índice de regeneração natural em três dos cinco remanescentes estudados.

2.3.2 Classificação das espécies em categorias de estratificação

O percentual de espécies de transitórias foi maior do que o das espécies típicas de sub-bosque (Figura 3a). Foi registrado em média $67,01 \pm 3,76\%$ de espécies transitórias, enquanto as espécies do sub-bosque baixo e alto somaram, respectivamente, $12,42 \pm 4,33\%$ e $18 \pm 4,79\%$ do total de espécies amostradas. Entre fragmentos, diferenças na distribuição das

espécies nas categorias de estratificação foram detectadas apenas em F3, que se diferenciou dos fragmentos F2, F4 e F5 ($p < 0,05$), por apresentar o menor percentual de espécies do sub-bosque baixo (6,25%) e maior percentual de espécies do sub-bosque alto (25%).

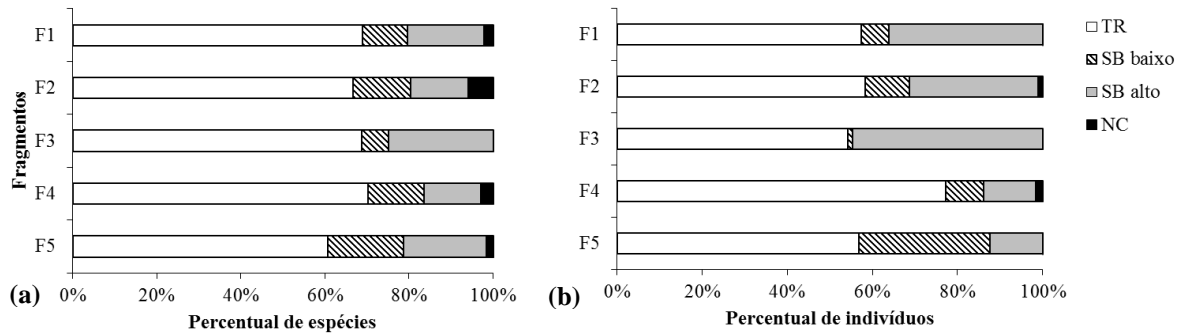


Figura 3. Classificação em categorias de estratificação das espécies e (b) e dos indivíduos do sub-bosque em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. TR= espécies transitórias, SB baixo= espécies do sub-bosque baixo, SB alto= espécies do sub-bosque alto e NC= não classificadas.

Os indivíduos das espécies transitórias somaram em média $60,73 \pm 9,26\%$ da amostra do sub-bosque (Figura 3b). Já as espécies do sub-bosque baixo e alto representaram $11,52\% (\pm 11,33)$ e $27,06\% (\pm 14,50)$ dos indivíduos, respectivamente. O fragmento F5 se diferenciou dos demais ($p < 0,05$) por apresentar maior percentual de indivíduos do sub-bosque baixo (30,79%) e menor percentual de indivíduos do sub-bosque alto (12,22%), em relação aos fragmentos F1, F2 e F3. O fragmento F4 se diferenciou por apresentar maior percentual de indivíduos das espécies transitórias (76,06%) do que os demais fragmentos. Neste remanescente, o sub-bosque alto apresentou menor valor (12,23%), diferenciando-se dos fragmentos F1, F2 e F3. Diferenças significativas também ocorreram entre os fragmentos F2 e F3, que apresentaram tendências opostas quanto ao percentual de indivíduos das espécies residentes, o sub-bosque baixo com menor valor (1,08%) e o sub-bosque alto com maior valor em F3 (44,80%).

Dentre as 163 espécies registradas no sub-bosque dos cinco fragmentos, 34 apresentaram os índices mais altos de regeneração (Tabela 2; para lista completa ver apêndice). Estas espécies ocorreram entre as dez mais importantes em pelo menos um fragmento, nos quais somaram de 10,75 a 31,25% da regeneração natural total. As espécies transitórias representaram a maioria, com 21 espécies registradas (61,76%), enquanto o sub-bosque baixo e alto somaram 6 (17,65%) e 7 espécies (20,59%), respectivamente.

Tabela 2. Estimativa (%) da Regeneração Natural Total (RNT) das 34 espécies mais importantes amostradas no ambiente ripário de cinco fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. CE= Categoria de estratificação; TR= espécies transitórias; SB baixo= espécies do sub-bosque baixo; SB alto= espécies do sub-bosque alto. Em negrito, espécies com maior RNT por fragmento.

Família/Nome Científico	F1	F2	F3	F4	F5	CE
Anacardiaceae						
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2,30	1,17	0,60	2,55	4,65	TR
Annonaceae						
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	12,17	-	13,47	4,95	0,22	SB alto
Annonaceae 7		-	11,02	-	-	TR
<i>Guatteria</i> sp1	0,19	-	14,18	-	-	TR
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	0,38	0,23	0,30	0,62	6,00	TR
Araliaceae						
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	0,75	0,47	-	-	3,47	TR
Burseraceae						
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	6,89	1,49	0,99	2,90	0,22	TR
Chrysobalanaceae						
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	4,85	0,23	-	1,09	0,53	TR
Clusiaceae						
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	0,89	11,47	3,46	6,51	-	TR
<i>Tovomita mangle</i> G. Mariz	7,78					SB alto
Erythroxylaceae						
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	3,79	0,70	-	1,86	0,45	TR
Euphorbiaceae						
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	-	-	3,61	4,04	-	TR
Fabaceae-Mimosoideae						
<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L.Rico	0,19	0,23	-	6,15	0,83	TR
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.					4,09	TR
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	0,75	2,19	-	4,40	1,28	TR
Lecythidaceae						
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers.	8,56	10,38	2,19	20,61	2,40	TR
Malvaceae						
<i>Pavonia malacophylla</i> (Nees & Mart.) Garcke.	-	-	-	-	3,72	SB baixo
Melastomataceae						
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	0,19	8,05	3,64	2,70	-	TR
<i>Leandra rufescens</i> (DC.) Cogn.	-	3,75	-	-	-	SB baixo
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	3,06	-	0,30	-	1,34	SB alto
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	1,08	2,11	-	3,42	10,92	TR
Meliaceae						
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	2,03	2,81	-	1,09	-	TR
Myrtaceae						
<i>Calyptanthes brasiliensis</i> Spreng.	0,38	0,70	8,30	0,31	2,52	TR
<i>Eugenia candolleana</i> DC.	3,73	-	-	-	-	SB alto
<i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk.	0,94	2,11	2,08	2,65	1,65	SB alto

Nome Científico	F1	F2	F3	F4	F5	CE
Nyctaginaceae						
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	0,38	0,23	2,62	0,16	0,22	TR
Phyllanthaceae						
<i>Phyllanthus juglandifolius</i> Willd.	-	-	-	3,86	-	SB baixo
Piperaceae						
<i>Piper marginatum</i> Jacq.	-	-	-	-	9,04	SB baixo
Rubiaceae						
<i>Gonzalagunia dicocca</i> Cham. & Schtdl.	-	-	-	-	2,94	SB baixo
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	0,94	17,71	1,21	1,50	0,83	SB alto
Rutaceae						
<i>Pilocarpus</i> cf. <i>giganteus</i> Engl.	-	4,69	4,80	-	-	TR
Sapindaceae						
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	2,88	-	-	-	3,44	TR
Siparunaceae						
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	4,59	-	-	-	8,62	SB baixo
Violaceae						
<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tul.	1,14	-	13,73	0,16	-	SB alto

2.3.3 Capacidade regenerativa e estrutura vertical

A maioria das espécies que apresentou alto índice de regeneração também esteve bem distribuída dentre as classes de altura e apresentou as maiores densidades (Figura 4). Apenas 37 espécies, menos de 21% da riqueza total, apresentaram densidade igual ou superior a 15 indivíduos (Tabela 1), o maior percentual foi registrado no F3, que se destacou por apresentar 31,25% das espécies com número de indivíduos maior ou igual a 15. As espécies *Inga thibaudiana*, *Myrcia racemosa*, *Miconia prasina* (F2) e *Pilocarpus* cf. *giganteus* (F3), apresentaram densidade inferior a 15 indivíduos. Porém, estiveram entre as com maior RNT, pois foram registradas em todas as classes de altura, exceto *M. prasina* e *P. cf. giganteus*, que estiveram presentes em apenas três classes, mas apresentaram frequência relativa alta em relação às demais. *Tapirira guianensis* (F1), *Eschweilera ovata* (F3), *Henriettea succosa*, *Myrcia racemosa*, *Erythroxylum citrifolium*, *Coccoloba* sp16 (F4), *Calyptanthes brasiliensis* e *Piper caldense* (F5), embora não estejam entre as espécies com maior índice de regeneração, representam o potencial regenerativo do fragmento em que ocorrem, por se destacarem em número de indivíduos. Estas espécies apresentaram frequência relativa baixa e, com exceção das espécies *T. guianensis* e *M. racemosa*, estiveram ausentes em uma das classes de altura.

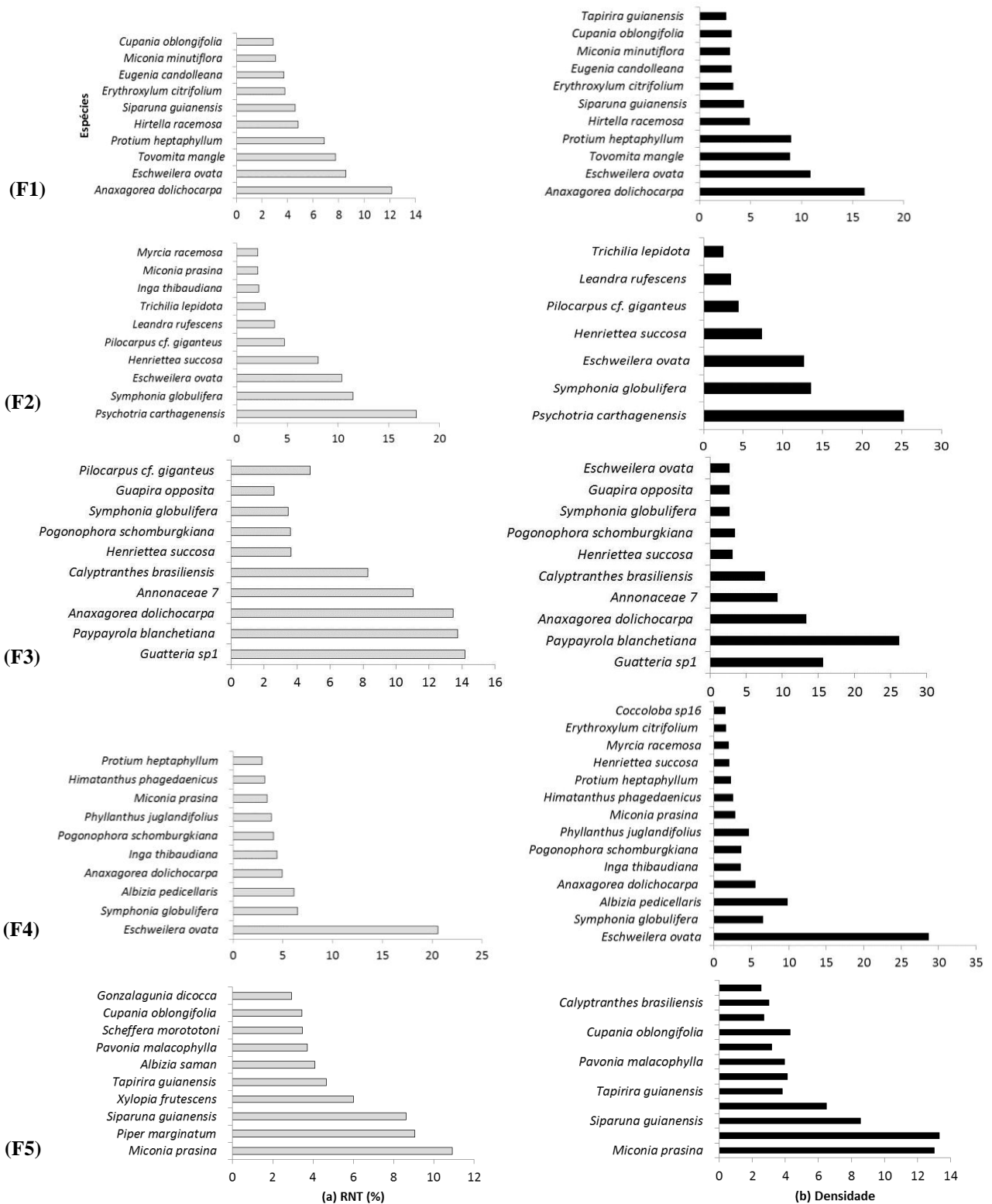


Figura 4. Espécies com (a) maior Índice de Regeneração Natural Total (RNT) e/ou (b) densidade igual ou superior a 15 indivíduos em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. Em (a) e (b) as espécies estão ordenadas pelo RNT.

Os percentuais de espécies com densidade igual ou superior a 15 indivíduos, entre as classes de estratificação, ficaram assim distribuídos: 62,16% (23 espécies) das espécies foram transitórias; 16,22% (6) foram espécies do sub-bosque baixo e o sub-bosque alto somou 18,92% (7) das espécies. A distribuição das espécies nas diferentes classes de altura foi semelhante entre os fragmentos. A segunda classe de regeneração foi a que apresentou o maior número de espécies (Figura 5a). Em todas as classes, as espécies transitórias foram mais bem representadas, seguidas das do sub-bosque alto e do baixo (Figura 6). Nas classes 1 e 2, as médias das espécies típicas de sub-bosque alto e baixo foram semelhantes.

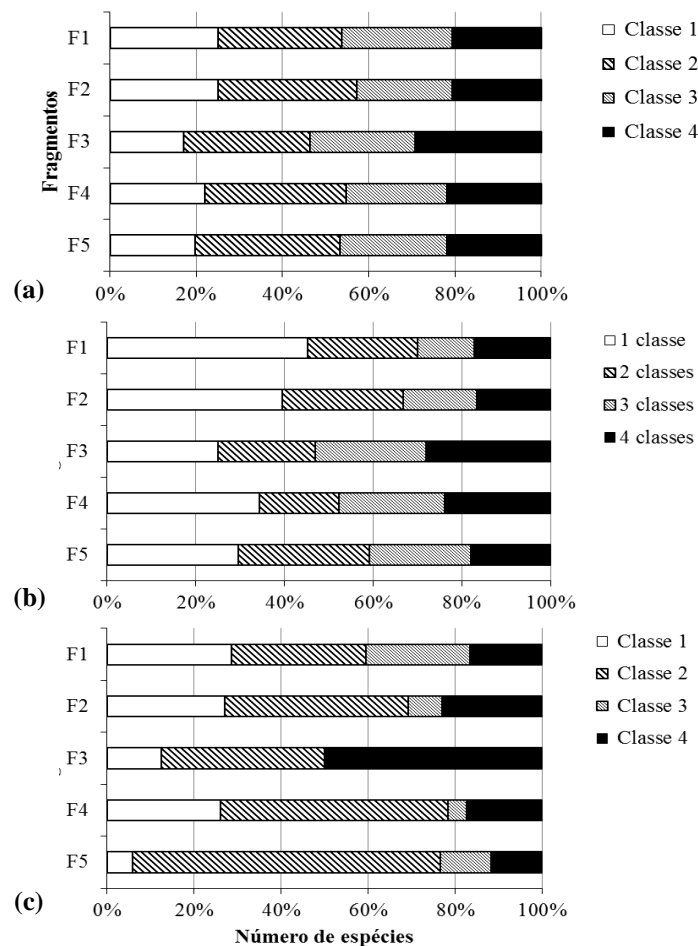


Figura 5. Distribuição percentual das espécies (a) entre as classes de altura; (b) em uma ou mais classes de altura e; (c) exclusivas de cada classe de altura encontradas nos ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil.

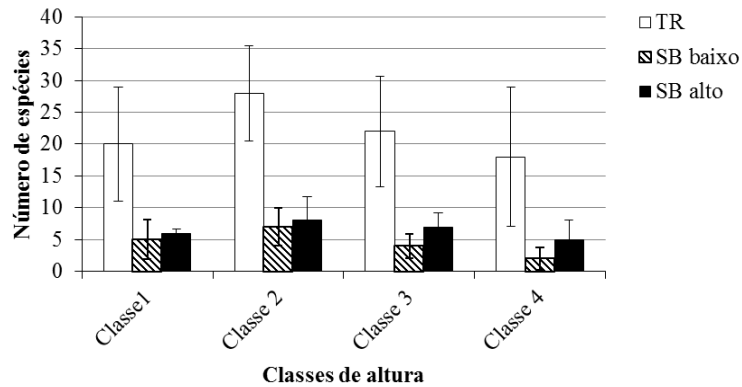


Figura 6. Média do número de espécies transitórias (TR) e típicas do sub-bosque baixo (SB baixo) e alto (SB alto) distribuídas por classes de altura em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. Barras verticais= Desvio padrão.

Poucas espécies ocorreram em todas as classes de altura, cujos percentuais variaram de 16,67% em F2 a 28,13% em F3 (Figura 5b). A maioria das espécies ocorreu em apenas uma classe, com percentuais variando de 25% em F3 a 45,16% em F1. As espécies transitórias obtiveram as maiores médias em todas as situações, enquanto a média das espécies do sub-bosque baixo e alto variou de uma a três espécies nas diferentes situações (Tabela 3a).

Em todos os remanescentes, as espécies que ocorreram em apenas uma classe se concentraram na segunda classe de altura, exceto no F3, onde a maioria delas ocorreu apenas na classe 4 (Figura 5c). A distribuição das espécies transitórias e típicas de sub-bosque exclusivamente em uma determinada classe de tamanho revelou que, no geral, as espécies de sub-bosque não ocorrem nas classes 3 (altura 2-3 m) e 4 (altura > 3 m e CAP < 15 cm) (Tabela 3b).

Tabela 3. Número de espécies **(a)** regenerantes do dossel e típicas do sub-bosque baixo e alto distribuídas em todas as classes de altura, em pelo menos três, pelo menos duas ou em apenas uma classe de altura e; **(b)** exclusivas de uma determinada classe de altura encontradas em ambientes ripários de remanescentes de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. CE= Categoria de estratificação; TR= espécies transitórias; SB baixo= espécies do sub-bosque baixo e SB alto= espécies do sub-bosque alto.

Classes	CE	Fragmentos					Média ± Desvio Padrão
		F1	F2	F3	F4	F5	
(a)							
4 classes	TR	9	9	6	11	7	8 ± 2
	SB baixo	2	0	0	2	2	1 ± 1
	SB alto	5	3	3	3	2	3 ± 1
3 classes	TR	11	6	6	9	9	8 ± 2
	SB baixo	0	6	0	3	2	2 ± 2
	SB alto	1	0	2	3	3	2 ± 2
2 classes	TR	18	11	6	9	13	11 ± 5
	SB baixo	1	2	1	2	2	2 ± 1
	SB alto	3	4	2	1	4	3 ± 1
1 classe	TR	26	19	4	18	8	15 ± 9
	SB baixo	7	2	1	2	5	3 ± 3
	SB alto	8	2	1	2	3	3 ± 3
(b)							
Classel1	TR	7	5	1	4	0	3 ± 3
	SB baixo	3	1	0	1	1	1 ± 1
	SB alto	1	1	0	0	1	1 ± 1
Classe 2	TR	5	11	2	9	5	6 ± 4
	SB baixo	3	0	1	1	4	2 ± 2
	SB alto	5	0	0	2	2	2 ± 2
Classe 3	TR	7	1	0	1	2	2 ± 3
	SB baixo	1	1	0	0	0	0,4 ± 0,5
	SB alto	2	0	0	0	0	0,4 ± 0,9
Classe 4	TR	6	3	3	4	2	4 ± 2
	SB baixo	0	0	0	0	0	0
	SB alto	0	1	1	0	0	0,4 ± 0,5

2.4 DISCUSSÃO

Como já registrado na literatura (GENTRY; DODSON, 1987; SCHNITZER; CARSON, 2000 GALEANO; SUÁREZ; BALSLEV, 1998), fragmentos de florestas tropicais apresentam maior riqueza no sub-bosque do que no dossel. O sub-bosque dos fragmentos florestais estudados apresentou, no geral, maior riqueza que o dossel, fato também já registrado por Lins e Silva (2010) em fragmentos próximos aos deste estudo. A autora registrou que a riqueza da flora do sub-bosque florestal analisado foi 30% maior que a do

dossel. Isso confirma o esperado, pois de acordo com a literatura, a flora do sub-bosque representa 50% ou mais do total de espécies em florestas tropicais (SCHNITZER; CARSON 2000). Isso se deve ao fato de que, no estrato inferior de florestas, somam-se espécies transitórias e residentes (TABARELLI; VILLANI; MANTOVANI, 1993).

A similaridade média de 50% entre os componentes de sub-bosque e arbóreo nos diferentes fragmentos registrados neste estudo não é comumente encontrada na literatura. Em geral, conforme Jardim e Hosokawa (1986), a floresta tropical apresenta composição florística muito diferente entre o estrato superior e a fração do sub-bosque. É importante considerar que no presente estudo não foi amostrado o sub-bosque herbáceo, o que pode ter contribuído para aumentar a similaridade entre os estratos superior e inferior. A alta riqueza do sub-bosque registrada neste estudo, associada à alta similaridade entre sub-bosque e dossel pode estar relacionada à ausência de perturbações pretéritas em larga escala e à ocorrência conjunta de espécies em diferentes categorias sucessionais, tanto no dossel como no sub-bosque. Em perturbações por corte raso, como demonstrado por Nascimento (2010) em áreas secundárias de 12 anos, parte-se de uma similaridade inicial de 76%, que diminui com a maturidade sucessional. Em um estágio intermediário, Alves e Metzger (2006) registraram uma similaridade de 30% em uma floresta secundária com 80 anos. Conforme Bohlman e O'Brien, (2006) a baixa similaridade se deve à concentração de espécies secundárias no sub-bosque e pioneiras no dossel, já que as pioneiras, até a maturidade, crescem mais rápido que as secundárias. Já em uma condição mais madura, a similaridade pode voltar a ser mais alta, pois as espécies secundárias que antes ocupavam o estrato de regeneração ingressam no estrato arbóreo. De fato, Silva, H. *et al.* (2008) registraram que a similaridade entre dossel e sub-bosque aumentou de uma área mais perturbada (0,45; borda) para outra mais conservada (0,59; interior) em um fragmento florestal na mesma região deste estudo.

Com exceção da família Clusiaceae, a elevada riqueza e abundância de indivíduos das famílias Rubiaceae, Melastomataceae, Annonaceae, e Myrtaceae registrada neste estudo parece ser padrão em flora de sub-bosque, tanto em formações florestais mais úmidas como a Floresta Atlântica (ver OLIVEIRA; MANTOVANI; MELO, 2001; SCHORN; GALVÃO, 2006; GOMES *et al.*, 2009; ONOFRE; ENGEL; CASSOLA, 2010), quanto em florestas estacionais semidecíduas (ver VILELA *et al.*, 1995; PAULA *et al.*, 2002; MEIRA NETO; MARTINS, 2003; CARDOSO-LEITE *et al.*, 2004) e em cerrado (ver SAPORETTI-JÚNIOR; *et al.*, 2003; OLIVEIRA; FELFILI, 2005). Embora a riqueza destas famílias no sub-bosque seja comumente utilizada como indicadores do estágio sucessional da vegetação, os resultados do presente estudo mostraram que estas famílias co-existem com elevada importância em

estratos distintos e, portanto, dependente do critério de amostragem utilizado. Em trabalhos com critérios menos inclusivos de tamanho, a família Myrtaceae representa a maior riqueza e abundância das espécies, tolerantes à sombra (TABARELLI; MANTOVANI, 1999) e é indicativa de estágio sucessional mais maduro. Quando amostrados os indivíduos nas classes menores de altura, Melastomataceae e Rubiaceae são citadas como representativas de espécies pioneiras (TABARELLI; MANTOVANI, 1999), ou seja, de fragmentos em estágio de sucessão inicial. Portanto, em uma análise mais detalhada dos estratos florestais, a riqueza ou abundância destas famílias não parecem ser bons indicadores de estágios sucessionais da Floresta Pluvial Atlântica.

De modo semelhante ao já registrado por outros autores (GOMES *et al.*, 2009; VILELA *et al.*, 1995; SALIS; ZICKEL; TAMASHIRO, 1996; HIGUCHI *et al.*, 2006; SALLES; SCHIAVINI, 2007), o sub-bosque ripário dos fragmentos estudados também é predominantemente composto por espécies transitórias. Embora os valores registrados nos diferentes estudos não sejam consensuais, variando de 54,54% (VILELA *et al.* 1995) a 89,18% (GOMES *et al.* 2009), todos demonstram que o sub-bosque constitui um componente transitório para as espécies que irão compor o dossel florestal.

Neste estudo, poucas espécies foram abundantes e muitas espécies ocorreram com baixa densidade, o que é um padrão esperado tanto no sub-bosque, quanto no estrato arbóreo (FELFILI, 1997). Estas espécies denominadas raras ou localmente raras ocorrem geralmente em percentuais de abundância acima de 25% (NAPPO *et al.*, 2004; OLIVEIRA; AMARAL, 2005) e, ao contrário das espécies abundantes, apresentam maior possibilidade de serem substituídas por outras no desenvolvimento da floresta, por razões naturais ou em decorrência de perturbações na área (CAMPOS; LANDGRAF, 2001).

Quanto à distribuição vertical das espécies, os resultados aqui apresentados estão de acordo com os encontrados por Silva *et al.* (2007) e Marangon *et al.* (2008). Estes autores registraram que poucas espécies ocorreram em todas as classes de tamanho (percentuais) e que a maioria das espécies está restrita apenas à classe 2, com alturas entre 1 e 2 m (67,92% e 40,65%, respectivamente). As espécies que estiveram presentes em todas as classes de altura, apesar de ocorrerem em menores percentuais, devem ter seu crescimento acompanhado, bem como observadas suas características sucessionais, pois estas são as espécies que possuem maior potencial de estabelecimento, o que assegura a presença na estrutura e composição da floresta (SILVA *et al.* 2007). São exceções àquelas espécies que, por características próprias, nunca ultrapassam o estrato inferior, e que, provavelmente, sempre serão parte da sua composição (FINOL, 1971).

Como já registrado na literatura (MARANGON *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2007; VOLPATO, 1994), as espécies que apresentaram densidade relativa elevada e foram bem distribuídas verticalmente também apresentaram os maiores índices de regeneração. Os nossos resultados estão de acordo com estes estudos, com poucas exceções. Algumas espécies permanecem dentre aquelas com maior RNT, mesmo com densidade relativa baixa, o que se deve a distribuição vertical homogênea e à frequência relativa mais alta em relação às demais. Embora com densidade relativa elevada, ocorreram espécies que não apresentaram índice de regeneração alto, isso se deve à baixa frequência relativa e à ausência em pelo menos uma classe de altura. De forma semelhante, Silva *et al.* (2007) em um fragmento de floresta atlântica, registrou que espécies como *Sorocea hilarii* e *Cordia nodosa*, apesar da baixa densidade relativa, estiveram entre as espécies com maior RNT, enquanto as espécies *Coccoloba cf. alnifolia* e *Cupania racemosa* apresentaram densidade relativa alta em relação às demais espécies, porém menor frequência relativa e consequentemente menor RNT.

A análise dos resultados deste estudo reforça que o sub-bosque de fragmentos florestais é composto predominantemente por espécies transitórias, bem distribuídas dentre as classes de altura e com maiores densidades, o que garante a sua presença na estrutura e composição do dossel das florestas. As espécies típicas de sub-bosque, por outro lado, ocorrem em dois estratos: o sub-bosque baixo, composto pelas espécies que em geral não atingem alturas superiores a 4 m, como espécies das famílias Piperaceae, Rubiaceae e Melastomataceae e o sub-bosque alto, que é intermediário entre o sub-bosque baixo e o dossel, e é composto por espécies das famílias Annonaceae, Clusiaceae e Myrtaceae que não atingem, em média, alturas maiores que 10 m. Os resultados aqui apresentados demonstram que o estudo da vegetação do sub-bosque é de fundamental importância, por ser este componente detentor de uma riqueza florística e estrutura próprias e por prover a regeneração natural do estrato arbóreo e a recuperação de distúrbios, sejam eles naturais ou antrópicos.

REFERÊNCIAS

- ALVES-ARAÚJO, A; ARAÚJO, D.; MARQUES, J., MELO, A.; MACIEL, J. R.; IRAPUAN, J.; PONTES, T.; LUCENA, M. D. F. D. A.; DU BOCAGE, A. L.; ALVES, M. Diversity of angiosperms in fragments of Atlantic Forest in the State of Pernambuco, northeastern Brasil. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, n. 1, p. 14-26. 2008.
- ALVES, L.F.; METZGER, J.P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 1-10. 2006.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG III). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p.105-121. 2009.
- AQUINO, C.; BARBOSA, L. M. Classes sucessionais e síndromes de dispersão de espécies arbóreas e arbustivas existentes em vegetação ciliar remanescente (Conchal, SP), como subsídio para avaliar o potencial do fragmento como fonte de propágulos para enriquecimento de áreas revegetadas no rio Mogi-guaçu, SP. **Revista Árvore**, v. 33, n. 2, p. 349-358. 2009.
- ARAÚJO, F. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada pós-mineração de caulim, em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 107-116. 2006.
- AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. BioEstat 5.0: **Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas**, Brasília: Sociedade Civil Mamirauá/ MCT-CNPq, 2007. 364 p.
- BOHLMAN, S; O'BRIEN, S. Allometry, adult stature and regeneration requirement of 65 tree species on Barro Colorado Island, Panama. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, p. 123-136. 2006.
- CAMPOS, J. C.; LANDGRAF, P. R. C. Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 143-151. 2001.
- CARDOSO-LEITE, E.; COVRE, T. B.; OMETTO, R. G.; CAVALCANTI, D. C.; PAGANI, M. I. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de mata ciliar, em Rio Claro/SP, como subsídio à recuperação da área. **Revista do Instituto Florestal**, v.16, n. 1, p. 31-41. 2004.
- CPRH, **Diagnóstico sócio-ambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife: CPRH, 2001. 214 p.
- FELFILI, J. M. Dynamics of the natural regeneration in the Gama Gallery Forest in Central Brazil. **Forest ecology and Management**, v. 91, p. 235-245. 1997.
- FELFILI, J. M; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.;MACHADO, J. W. B. Recuperação de Matas de Galeria. **EMPRAPA Cerrados: Série Técnica**, v 21, n. 1. 2000.

FIDEM. **Reservas Ecológicas**. Recife: FIDEM, 1987. 108p.

FINOL, H. U. Nuevos parametros a considerarse en el analisis structural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Florestal Venezuelana**, v.14, n. 21, p. 29-42. 1971.

GALEANO, G.; SUÁREZ, S.; BALSLEV, H. Vascular plant species count in a wet forest in the Chocó area on the Pacific Coast of Colombia. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 1563-1575. 1998.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 559-566. 2002.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 71-82. 2003.

GENTRY, A.H.; DODSON, C. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. **Biotropica**, v. 19, n. 149-156. 1987.

GILLIAM, F. S.; TURRIL, N. L; ADAMS, M. B. Herbaceous-layer and overstory species in clear-cut and mature central Appalachian hardwood forests. **Ecological Applications**, v. 5, p. 947-955. 1995.

GOMES, J. S.; LINS E SILVA, A. C. B.; RODAL, M. J. N.; SILVA, H. C. H. Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de floresta atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 295-310. 2009.

HIGUCHI, P.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; PINHEIRO, A. L.; SILVA, C. T.; OLIVEIRA, C. H. R. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 893-904. 2006.

IBGE. **Manual Técnico da vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE (Manuais Técnicos em Geociências), 1992. 89 p.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Aspectos ecológicos de uma mata de brejo em Itatinga - SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, n. 2, 139-153. 1997.

JACOMINE, P. K. T. 2000. Solos Sob Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP-FAPESP, 2000. pp. 27-34.

JARDIN, F. C. S.; ROSOKAWA, R. T. Estrutura da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical do INPA. **Acta Amazonica**, v. 16, p. 411-508. 1986.

LIMA, M.L.F.C. **A reserva da biosfera da Mata Atlântica em Pernambuco – situação atual, ações e perspectivas**. Caderno 12. Gráfica do Instituto Florestal: São Paulo, 1998. 44 p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP-FAPESP, 2000. pp. 33-44.

LIMA-FILHO, D. A.; REVILLA, J.; COELHO, L. S.; RAMOS, J. F.; SANTOS, J. L.; OLIVEIRA, J. G. Regeneração natural de três hectares de Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme na região do rio Urucu-AM, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 32, n. 4, p. 555-569. 2002.

LINS E SILVA, A. C. B. **Influência da área e da heterogeneidade de habitats na diversidade vegetal em fragmentos de floresta atlântica**. Tese (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Programa de Pós-Graduação em Ecologia. 162 p. 2010.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A.L. P.; BRANDÃO, C. F. L. S. Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 183-191. 2008.

MATTEI, V. L.; LONGHI, S. J. Avaliação da regeneração natural de *Eucalyptus paniculata* Smith. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 55-65. 2001.

MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Estrutura do sub-bosque herbáceo-arbustivo da Mata da Silvicultura, uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 459-471. 2003.

METZGER, J. P.; BERNACCI, L. C.; GOLDENBERG, R. Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments of different widths (SE Brazil). **Plant Ecology**, v. 133, p. 135-152. 1997.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858. 2000.

NAPPO, M. E.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V.; MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural de espécies arbóreas e arbustivas no sub-bosque de povoamento de *Mimosa scabrella* Benth, em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 811-829. 2004.

NASCIMENTO, L. M. **Sucessão secundária em área de Mata Atlântica de Pernambuco: mudanças florísticas e estruturais**. Tese (Universidade Federal Rural de Pernambuco), Programa de Pós-Graduação em Botânica. 106 p. 2010.

OLIVEIRA, R. J; MANTOVANI, W.; MELO; M. M. R. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Floresta Atlântica de Encosta, Peruíbe, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 3, p. 391-412. 2001.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 1-16. 2005.

OLIVEIRA, E. C. L.; FELFILI, J. M. Estrutura e dinâmica da regeneração natural de uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 801-811. 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; ALMEIDA, R. J.; MELLO, J. M.; GAVILANES, M. L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, n. 1, p. 67-85. 1994.

ONOFRE, F. F.; ENGEL, V. L.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies da mata atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 85, p. 39-52. 2010.

PAULA, A.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L.; SANTOS, F. A. M. Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 743-749. 2002.

RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMELÄ, J.; JOENSUU, E.; SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 385-403. 1998.

RAYOL, P. B.; SILVA, M. F. F.; ALVINO, F. O. Dinâmica da regeneração natural de florestas secundárias no município de Capitão Poço, Para, Brasil. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 2, n. 3, p. 93-109. 2006.

RICHARDS, P.W. **The tropical rain Forest an ecological study**. 2nd edition. Cambridge: University Press, 1996. 575p

SALIS, S. M., ZICKEL C. S.; TAMASHIRO, J. Y. Fitossociologia da Mata da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas - São Paulo. **Naturalia**, v. 21, p. 171-180. 1996.

SALLES, J. C.; SCHIAVINI, I. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 1, p. 223-233. 2007.

SAPORETTI-JÚNIOR, A. W.; MEIRA NETO, A. A.; ALMADO, R. Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex. Maidem no município de Bom Despacho-MG. **Revista Árvore**, v. 27, p. 905-910. 2003.

SCHNITZER, S. A.; CARSON, W. P. Have we forgotten the forest because of the trees? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 15, p. 375-376. 2000.

SCHORN, L. A.; GALVÃO, F. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 59-74. 2006.

SILVA, W. C.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; COSTA JÚNIOR, R. F. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta ombrófila densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, Zona da mata sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, p. 321-331. 2007.

SILVA, A. G.; SÁ-E-SILVA, I. M. M.; RODAL, M. J. N.; LINS E SILVA, A. C. B. Influence of edge and topography on canopy and sub-canopy of an atlantic forest fragment in

- Igarassu, Pernambuco state, Brazil. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, n. 1, p. 41-46. 2008.
- SILVA, H. C. H.; LINS E SILVA, A. C. B.; GOMES, J. S.; RODAL, M. J. N. The effects of internal and external edges on vegetation physiognomy and structure in a remnant of atlantic lowland rainforest in Brazil. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, n. 1, p. 47-55. 2008.
- SOUZA, A. L.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; CARACIOLO, R. L. **Mata Nativa 2: Manual do usuário**. Viçosa, MG: Cientec, 2006. 295 p.
- SOUZA, A. C. R.; ALMEIDA JR., E. B.; ZICKEL, C. S. Riqueza de espécies de sub-bosque em um fragmento florestal urbano, Pernambuco, Brasil. **Biotemas**, v. 22, n. 3, p. 57-66. 2009.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma Floresta Tropical Montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 239-250. 1999.
- TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI, W. Aspectos da sucessão secundárias em floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 5, n. 1, p. 99-112. 1993.
- THE INTERNACIONAL PLANT NAMES INDEX (2010). Disponível em: <<http://www.ipni.org>>. Acesso em: 10 de novembro de 2010.
- TRINDADE, M.; LINS E SILVA, A. C. B.; SILVA, H. P.; FIGUEIRA, S. B.; SCHESSL, M. Fragmentation of the Atlantic Rainforest in the northern coastal region of Pernambuco, Brazil: recent changes and implications for conservation. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, n.1, p. 5-13. 2008.
- TRIQUET, A. M.; MCPEEK, G. A.; MCCOMB, W. C. Songbird diversity in clear cuts with or without a Riparian Buffer Strip. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 45, n. 4, p. 500-503. 1990.
- TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 10 de novembro de 2010
- VILELA, E. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GAVINALES, M. L.; CARVALHO, D. A. Espécies das matas ciliares com potencial para estudos de revegetação no alto rio Grande, sul de Minas. **Revista Árvore**, v. 17, n. 2, p. 117-128. 1993.
- VILELA, E. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; GAVILLANES, M. L. Flora arbustivo-arbórea de um fragmento de mata ciliar no Alto Rio Grande, Itutinga, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasílica**, v. 9, n. 1, p. 87-100. 1995.
- VOLPATO, M. M. L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica**. Dissertação (Universidade Federal de Viçosa), Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. 123 p. 1994.

APÊNDICE – Estimativa da Regeneração Natural Total (%) das espécies amostradas no ambiente ripário de cinco fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. CE= Categoria de estratificação; ARB= espécies regenerantes do dossel; SB baixo= espécies típicas de sub-bosque baixo; SB alto= espécies típicas de sub-bosque alto.

Nome Científico	F1	F2	F3	F4	F5	CE
Anacardiaceae						
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2,30	1,17	0,60	2,55	4,65	ARB
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	0,56	0,23	-	1,19	0,45	ARB
Annonaceae						
	12,1					
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	7	-	13,47	4,95	0,22	SB alto
<i>Annona cf. montana</i> Macfad.	0,51	-	-	-	-	ARB
Annonaceae 7	-	-	11,02	-	-	ARB
<i>Cymbopetalum brasiliense</i> (Vell.) Benth. ex Baill.	0,19	-	-	-	-	SB alto
<i>Guatteria cf. australis</i> A. St.-Hil.	-	0,23	-	-	-	SB alto
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	0,19	0,70	-	-	2,24	ARB
<i>Guatteria schomburgkiana</i> Mart.	0,19	-	-	0,58	-	ARB
<i>Guatteria</i> sp1	0,19	-	14,18	-	-	ARB
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	0,38	0,23	0,30	0,62	6,00	ARB
Apocynaceae						
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg.	0,19	-	-	-	-	ARB
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	0,56	-	0,90	3,16	-	ARB
<i>Rauvolfia grandiflora</i> Mart. ex A.DC.	-	-	-	-	0,45	SB baixo
Aquifoliaceae						
<i>Ilex cf. sapotifolia</i> Reissek	0,19	0,23	-	0,16	-	ARB
<i>Ilex</i> sp1	-	0,70	-	-	-	ARB
Araliaceae						
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	0,75	0,47	-	-	3,47	ARB
Arecaceae						
<i>Bactris ferruginea</i> Burret	-	-	-	0,31	-	ARB
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	-	-	-	0,16	-	ARB
<i>Euterpe</i> sp.	-	-	1,21	-	-	SB alto
Boraginaceae						
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	1,25	1,80	1,21	1,19	0,22	SB baixo
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	-	-	-	-	0,22	ARB
<i>Cordia superba</i> Cham.	-	-	-	0,78	-	ARB
Burseraceae						
<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.) March	1,26	0,70	-	-	-	ARB
<i>Protium giganteum</i> Engl.	0,56	0,47	-	0,21	-	ARB
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	6,89	1,49	0,99	2,90	0,22	ARB
<i>Tetragastris catuaba</i> Cunha	-	0,23	-	-	-	ARB
Celastraceae						
<i>Maytenus distichophyla</i> Mart. ex Reissek	0,56	0,70	-	1,66	-	ARB
Chrysobalanaceae						
Chrysobalanaceae 5	-	0,55	-	-	-	x
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	4,85	0,23	-	1,09	0,53	ARB
<i>Hirtella sprucei</i> Benth.	-	-	-	0,16	-	ARB
<i>Licania kunthiana</i> Hook. f.	0,44	-	-	-	-	ARB
<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze	-	0,23	-	-	-	ARB
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	0,38	-	-	-	-	ARB

Nome Científico	F1	F2	F3	F4	F5	CE
Clusiaceae						
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey	-	0,23	-	-	-	ARB
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	0,44	-	-	-	-	ARB
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	0,89	11,47	3,46	6,51	-	ARB
<i>Tovomita brasiliensis</i> (Mart.) Walp.	-	-	2,47	-	-	SB alto
<i>Tovomita brevistaminea</i> Engl.	0,19	-	-	-	-	SB alto
<i>Tovomita mangle</i> G. Mariz	7,78	-	-	-	-	SB alto
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	-	0,23	-	-	2,19	SB alto
Cyatheaceae						
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	-	-	-	-	0,99	SB alto
Elaeocarpaceae						
<i>Sloania guianensis</i> (Aubl.) Benth.	0,38	-	2,20	-	-	ARB
Erythroxylaceae						
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	3,79	0,70	-	1,86	0,45	ARB
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Sw.	-	1,41	-	-	-	ARB
Euphorbiaceae						
<i>Chaetocarpus myrsinites</i> Baill.	-	-	-	0,31	-	ARB
<i>Croton selowii</i> Baill.	-	-	-	-	0,22	SB baixo
<i>Mabea piriri</i> Aubl.	1,38	-	-	-	-	ARB
<i>Pera ferruginea</i> (Schott) Müll. Arg.	0,38	-	-	-	0,90	ARB
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	-	-	3,61	4,04	-	ARB
Fabaceae						
Caesalpinioideae						
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	1,38	-	-	0,67	-	ARB
Fabaceae-Caesalpinioideae 2	-	-	-	0,16	-	x
Fabaceae-Caesalpinioideae 6	-	0,23	-	-	-	x
<i>Sclerolobium densiflorum</i> Benth.	0,26	-	-	0,31	-	ARB
<i>Senna georgica</i> H.S.Irwin & Barneby	-	-	-	-	0,53	SB alto
Faboideae						
<i>Andira nitida</i> Mart. ex. Benth.	0,38	-	-	0,16	0,45	ARB
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	0,19	-	-	-	0,67	ARB
<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	-	-	-	-	0,67	ARB
Mimosoideae						
<i>Abarema cochliocarpos</i> (Gomez) Barneby & Grimes	-	-	-	0,16	-	ARB
<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L.Rico	0,19	0,23	-	6,15	0,83	ARB
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	-	-	-	-	4,09	ARB
<i>Inga capitata</i> Desv.	0,38	0,39	-	-	-	ARB
<i>Inga cayannensis</i> Sagot ex Benth.	-	0,47	-	0,78	-	ARB
<i>Inga flagelliformes</i> (Vell.) Mart.	-	-	-	0,16	-	ARB
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	-	1,17	-	-	-	ARB
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	0,75	2,19	-	4,40	1,28	ARB
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex. Walp.	1,01	1,17	-	0,16	0,45	ARB
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	0,19	0,94	0,30	1,14	-	ARB
Hernandiaceae						
<i>Sparattanthelium botocudorum</i> Mart.	0,19	0,23	-	-	-	SB baixo
Humiriaceae						
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Benth.	-	-	0,30	0,16	-	ARB
Lamiaceae						
<i>Aegiphila vitelliniflora</i> Klotzsch	-	-	-	0,16	-	SB baixo
Lauraceae						
<i>Ocotea gardneri</i> (Meipn.) Mez	-	-	-	0,32	-	ARB
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	0,38	0,23	-	-	-	ARB
<i>Ocotea limae</i> Vattimo	0,19	-	-	-	-	ARB

Nome Científico	F1	F2	F3	F4	F5	CE
<i>Ocotea</i> sp4	0,19	-	-	-	-	x
Lecythydaceae						
<i>Gustavia augusta</i> L.	0,32	-	-	-	0,61	ARB
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers.	8,56	10,38	2,19	20,61	2,40	ARB
<i>Lecythis pisonis</i> (Cambess.) Miers.	-	0,23	-	-	-	ARB
Malpighiaceae						
<i>Byrsonima sericea</i> A.DC.	0,44	-	-	0,16	0,22	ARB
Malvaceae						
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	-	-	-	-	0,30	ARB
<i>Eriotheca crenulatalyx</i> A.Robyns	-	-	0,30	-	-	ARB
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	0,19	-	-	-	-	ARB
<i>Pavonia malacophylla</i> (Nees & Mart.) Garcke.	-	-	-	-	3,72	SB baixo
Melastomataceae						
<i>Aciotis rubricaulis</i> (Mart. ex DC.) Triana	-	-	-	0,41	-	SB baixo
<i>Clidemia capitellata</i> (Bonpl.) D.Don	-	-	-	-	0,22	SB baixo
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	0,19	8,05	3,64	2,70	-	ARB
<i>Leandra rufescens</i> (DC.) Cogn.	-	3,75	-	-	-	SB baixo
<i>Miconia cf. discolor</i> DC.	0,38	0,31	-	-	0,90	ARB
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	-	1,95	-	0,83	-	SB baixo
<i>Miconia compressa</i> Naudin	-	0,70	-	1,24	-	SB alto
<i>Miconia holosericea</i> (L.) DC.	-	-	-	0,16	-	ARB
<i>Miconia hypoleuca</i> (Benth.) Triana	-	0,47	-	-	-	ARB
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	3,06	-	0,30	-	1,34	SB alto
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	1,08	2,11	-	3,42	10,92	ARB
<i>Miconia serialis</i> DC.	1,57	-	-	-	0,53	ARB
<i>Miconia</i> sp12	-	-	-	-	0,22	x
Meliaceae						
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	2,03	2,81	-	1,09	-	ARB
Moraceae						
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	0,38	-	-	-	0,22	ARB
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	2,14	-	-	-	0,67	ARB
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	0,38	-	-	-	-	ARB
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	0,38	-	-	-	-	ARB
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	0,56	-	-	0,31	2,85	ARB
Myrtaceae						
<i>Calyptanthes brasiliensis</i> Spreng.	0,38	0,70	8,30	0,31	2,52	ARB
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	0,56	-	-	0,16	1,50	ARB
<i>Eugenia candolleana</i> DC.	3,73	-	-	-	-	SB alto
<i>Eugenia florida</i> DC.	0,19	-	-	-	-	SB alto
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	0,19	-	-	0,47	-	SB alto
<i>Eugenia</i> sp3	0,19	-	-	-	-	SB alto
<i>Eugenia</i> sp4	0,75	-	-	-	-	SB alto
<i>Eugenia</i> sp5	-	0,78	-	-	-	SB alto
<i>Eugenia umbrosa</i> O.Berg	0,19	-	-	1,87	-	ARB
<i>Myrcia cf. splendens</i> (Sw.) DC.	-	0,23	-	-	-	ARB
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	-	-	-	1,45	2,11	SB alto
<i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk.	0,94	2,11	2,08	2,65	1,65	SB alto
<i>Myrcia</i> sp3	0,19	0,47	-	-	-	SB alto
<i>Myrcia</i> sp7	0,38	-	-	-	-	SB alto
<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	-	0,55	-	0,78	0,45	SB alto
Myrtaceae 33	0,38	-	-	-	-	SB alto
<i>Psidium guineense</i> Sw.	-	-	-	-	0,22	SB alto

Nome Científico	F1	F2	F3	F4	F5	CE
Nyctaginaceae						
<i>Guapira nitida</i> (Schmidt) Lundell	0,19	0,70	1,21	0,16	-	ARB
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	0,38	0,23	2,62	0,16	0,22	ARB
Ochnaceae						
<i>Ouratea castanaeifolia</i> (DC.) Engl.	-	-	-	0,16	-	ARB
<i>Ouratea cf. polygyna</i> Engl.	0,19	0,47	-	-	-	ARB
Schoepfiaceae						
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	-	0,23	-	-	-	ARB
Phyllanthaceae						
<i>Phyllanthus juglandifolius</i> Willd.	-	-	-	3,86	-	SB baixo
Piperaceae						
<i>Piper caldense</i> C.DC.	0,19	1,02	-	0,31	2,43	SB baixo
<i>Piper hispidum</i> Sw.	-	-	-	-	0,22	SB baixo
<i>Piper marginatum</i> Jacq.	-	-	-	-	9,04	SB baixo
Piperaceae 3	-	0,47	-	-	1,28	SB baixo
Polygonaceae						
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	-	-	0,30	0,31	0,45	ARB
<i>Coccoloba</i> sp16	-	-	-	1,81	-	x
<i>Coccoloba</i> sp3	-	0,47	-	-	-	x
Primulaceae						
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	0,38	1,88	0,60	-	-	SB alto
Rubiaceae						
<i>Gonzalagunia dicocca</i> Cham. & Schltl.	-	-	-	-	2,94	SB baixo
<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	0,19	0,78	-	1,35	-	SB baixo
<i>Psychotria barbiflora</i> DC.	0,38	1,17	-	0,99	-	SB baixo
<i>Psychotria bracteocardia</i> (DC.) Müll.Arg.	0,19	-	-	0,16	-	SB baixo
<i>Psychotria capitata</i> Ruiz & Pav.	0,19	-	-	-	0,45	SB baixo
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	0,94	17,71	1,21	1,50	0,83	SB alto
<i>Psychotria erecta</i> (Aubl.) Standl. & Steyerm.	0,19	-	-	-	-	SB baixo
Rubiaceae 12	-	-	0,60	-	-	SB baixo
Rubiaceae 19	0,19	-	-	-	-	SB alto
<i>Salzmannia nitida</i> DC.	-	0,23	-	-	-	SB baixo
Rutaceae						
<i>Pilocarpus cf. giganteus</i> Engl.	-	4,69	4,80	-	-	ARB
Salicaceae						
<i>Casearia javitensis</i> Humb., Bonpl. & Kunth	0,19	-	0,30	-	-	ARB
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	-	-	-	-	0,45	SB alto
Sapindaceae						
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk.	0,19	-	-	-	0,22	ARB
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	2,88	-	-	-	3,44	ARB
<i>Cupania paniculata</i> Cambess.	-	-	-	-	0,75	ARB
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	-	-	0,99	0,31	-	ARB
<i>Talisia elephantipes</i> Sandwith ex Tutin	-	-	-	0,16	-	ARB
<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	0,19	-	-	-	-	ARB
Sapotaceae						
<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D.Penn.	0,19	0,23	-	-	-	ARB
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	0,38	1,64	-	-	0,53	ARB
<i>Pouteria</i> sp13	-	0,23	-	-	-	x
<i>Pradosia</i> sp1	0,38	-	-	-	-	x
Simaroubaceae						
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	0,38	0,23	0,62	-	1,73	ARB
Siparunaceae						
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	4,59	-	-	-	8,62	SB baixo

Nome Científico	F1	F2	F3	F4	F5	CE
Stemonuraceae						
<i>Discophora guianensis</i> Miers	0,56	-	-	-	-	x
Urticaceae						
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	0,19	0,23	0,60	0,16	0,45	ARB
Violaceae						
<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tul.	1,14	-	13,73	0,16	-	SB alto

CAPÍTULO 3 – EFEITOS DE ÁREA E BORDA NA ESTRUTURA DO SUB-BOSQUE RIPÁRIO EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA, EXTREMO NORTE DE PERNAMBUCO, BRASIL

Resumo

A fragmentação florestal tem sido associada às alterações deletérias sobre as comunidades florestais remanescentes devido a mudanças abióticas e bióticas provocadas pelo efeito de área e borda. Estas alterações frequentemente são mais drásticas em fragmentos menores devido à sua razão borda-interior. No extremo norte da Floresta Atlântica de Pernambuco, Brasil, remanescentes de diferentes tamanhos estão localizados principalmente em fundos de vales, locais onde, frequentemente, se concentram as florestas ripárias. Baseados nas hipóteses da relação espécie-área e nos estudos sobre efeito de borda foi estudada a estrutura da vegetação borda-interior no sub-bosque ripário de seis fragmentos: três grandes (>100 ha) e três pequenos (<100 ha). Para isso, em cada fragmento, foram instalados dois módulos amostrais, contendo 10 parcelas de 5x5m, na borda e interior. Estações meteorológicas foram instaladas em cada ambiente para coleta de dados microclimáticos. Para análise estrutural do sub-bosque, foram amostrados os indivíduos com $CAS \geq 3$ cm e $CAP < 15$ cm e calculadas a densidade, frequência e dominância, além da riqueza de espécies e diversidade de Simpson. Na borda e interior de cada fragmento, foi calculado o percentual de indivíduos mortos e de espécies raras, comuns e abundantes e realizada a CCA para verificar se há relação entre as variáveis microclimáticas e a estrutura do sub-bosque entre ambientes. Nos fragmentos maiores, a borda apresentou temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar que o interior, enquanto os fragmentos menores não apresentaram diferença. Nos fragmentos menores foram registradas maior percentual de indivíduos mortos e maior diversidade. Pela CCA, as variáveis microclimáticas analisadas explicaram apenas pequena parte da variância (10,7% nos fragmentos grandes e 12,9% nos pequenos) total dos dados. Verifica-se que o efeito da área e da borda teve influência maior nos fragmentos menores, visto que não houve diferença microclimática entre borda e interior. O componente sub-bosque não confirmou a relação espécie-área, mas nos fragmentos grandes, a composição das assembléias está relacionada às alterações microclimáticas entre borda e interior.

Palavras-chave: Riqueza. Diversidade. Fisionomia. Microclima.

3.1 INTRODUÇÃO

A fragmentação de habitats é considerada a principal ameaça à biodiversidade (BENITEZ-MALVIDO; MARTINEZ-RAMOS, 2003). Dois mecanismos distintos, mas interligados, estão envolvidos no processo de fragmentação: primeiro, o total do habitat original na paisagem é reduzido; segundo, o habitat remanescente é dividido em fragmentos de vários tamanhos e graus de isolamento (LAURANCE, 2008), os quais resultam na redução do número de espécies, alteração da composição da comunidade e podem levar à extinção de espécies (HILL; CURRAN, 2003; LAURANCE *et al.*, 1998).

Devido à complexidade estrutural das formações florestais, estas são mais susceptíveis aos impactos ocasionados pela fragmentação antrópica (NUNES *et al.*, 2003). Esses impactos resultam em alterações de muitos aspectos da estrutura, dinâmica e composição de espécies de ecossistemas fragmentados (RIES *et al.*, 2004). No Brasil, as florestas ripárias, formações florestais ocorrentes nas margens de cursos d'água, por se alojarem no fundo dos vales, onde os solos são férteis e úmidos, constituem ecossistemas intensamente degradados pelo homem (VAN DEN BERG; OLIVEIRA-FILHO, 2000, BARBOSA *et al.*, 1989). Apesar de serem reconhecidas pela Legislação Ambiental do Brasil como Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 1965), essas florestas foram amplamente substituídas por atividades agrícolas e, atualmente, estão reduzidas a fragmentos esparsos e bastante perturbados, o que compromete a estabilização das margens dos cursos d'água, hábitat para a fauna silvestre e aquática e manutenção da qualidade da água (VAN DEN BERG; OLIVEIRA-FILHO, 2000; CARVALHO *et al.*, 2005).

A remoção em larga escala de florestas nativas pode também causar mudanças nos ciclos de água e nutrientes, no balanço da radiação e no regime de ventos (SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991; LAURANCE, 2004). Tais alterações afetam a estrutura da comunidade nos habitats remanescentes e a torna particularmente vulnerável à turbulência do vento e ao aumento da dessecação (CHEN; FRANKLIN; SPIES, 1992; LAURANCE *et al.*, 1998; HARPER *et al.*, 2005), especialmente nas bordas.

As alterações abióticas e bióticas provocadas pela interação de dois ecossistemas diferentes adjacentes abruptamente separados são denominadas efeitos de borda (MURCIA, 1995). Entre as alterações abióticas, Murcia (1995) destaca que na borda de um fragmento ocorre maior temperatura, menor umidade do ar, maior déficit de pressão de vapor, menor umidade do solo e maior intensidade de luz. Essas alterações têm sido estimadas para até os

primeiros 50 m no gradiente borda-interior do fragmento, em florestas boreais (GIGNAC; DALE, 2005) e temperadas (BÁLDI, 1999; DAVIES-COLLEY; PAYNE; VAN ELSWIJK, 2000; FOX *et al.* 1997; GEHLHAUSEN; SCHWARTZ; AUGSPURGER, 2000; MATLACK, 1993; YOUNG; MITCHEL, 1994). Em bordas de florestas tropicais pluviais, temperatura do ar elevada e baixa umidade relativa do ar foram registradas entre 14 e 16 m de distância da margem dos remanescentes (WILLIAMS-LINERA, 1990, WILLIAMS-LINERA; DOMINGUÉZ-GASTELÚ; GARCÍA-ZURITA, 1998).

Como respostas biológicas às alterações microclimáticas na borda, registram-se mudanças na fisionomia, principalmente no dossel (HARPER *et al.*, 2005). Estas mudanças possibilitam a proliferação de plantas trepadeiras e arvoretas, e aumento da mortalidade de árvores (DELAMÔNICA, 2000; LAURANCE *et al.*, 2000), de forma que a estrutura da vegetação no ambiente de borda apresenta diferenças em relação ao interior do fragmento (BALDI, 1999; YOUNG; MITCHEL, 1994, WILLIAMS-LINERA, 1990, WILLIAMS-LINERA; DOMINGUÉZ-GASTELÚ; GARCÍA-ZURITA, 1998). Entre os impactos diretos causados pelos efeitos da borda, têm sido registradas alterações na dinâmica natural, na riqueza, abundância e composição de espécies (GOMES *et al.*, 2009; SILVA, A. *et al.*, 2008), nas proporções de espécies tolerantes à sombra, emergentes e espécies do dossel (OLIVEIRA; GRILLO; TABARELLI, 2004; TABARELLI; SILVA; GASCON, 2004) e invasão por espécies exóticas (LAURANCE *et al.* 2002). Como respostas indiretas, ocorrem mudanças nas interações entre espécies, como parasitismo, predação de ninhos, competição, herbivoria, polinização biótica e dispersão de sementes (MURCIA, 1995).

A influência da borda tende a aumentar em intensidade com a diminuição do tamanho do fragmento, o que gera um sinergismo entre efeito de borda e efeito de área em paisagens fragmentadas (EWERS; THORPE; DIDHAM, 2007). Os efeitos de área referem-se às mudanças ecológicas que ocorrem em pequenos fragmentos em função do seu tamanho (NASCIMENTO; LAURANCE, 2006), por isso o tamanho deve ser uma variável importante na seleção de áreas para a conservação. O efeito da área está baseado na relação positiva entre a área do habitat e a riqueza de espécies (CAGNOLO; CABIDOB; VALLADARES, 2006; HILL; CURRAN, 2003), relação esta demonstrada em estudos da relação espécie-área (por exemplo, CONNOR; MCCOY, 1979).

A idéia geral da relação espécie-área é de que áreas maiores contêm mais espécies do que as menores (BÁLDI, 2008; BURNS; MCHARDY; PLEDGER, 2009), o que tem sido demonstrado em estudos que avaliam a relação entre o tamanho de habitats fragmentados e a riqueza de espécies (GODEFROID; KOEDAM, 2003; GIGNAC; DALE, 2007).

A área *per se* (PRESTON, 1960; MACARTHUR; WILSON, 1967) e a diversidade de habitats (WILLIAMS, 1964) estão geralmente correlacionadas e são as principais hipóteses utilizadas para explicar a relação espécie-área (KALLIMANIS *et al.*, 2008; TRIANTIS *et al.*, 2005). Sobre os efeitos da área *per se*, nas áreas de menor tamanho tendem a ocorrer maiores taxas de extinção, pois as populações tendem a ser mais vulneráveis à estocasticidade ambiental, demográfica e genética devido à redução no tamanho populacional (HOBBS; YATES, 2003; MATTHIES *et al.*, 2004). Sobre a diversidade de habitats, pressupõe-se que há correlação entre a área e o número de habitats e que cada um destes está associado a um conjunto diferente de espécies, de modo que, conforme aumenta a área, novos habitats são adicionados e, assim, novos conjuntos de espécies são encontrados (KALLIMANIS *et al.*, 2008).

A maioria dos estudos sobre fragmentação tem focado a relação tamanho da área e efeito de borda no componente do dossel da floresta (MULLER; WAECHTER, 2001; OLIVEIRA; GRILLO; TABARELLI, 2004; TABARELLI; SILVA; GASCON, 2004; OLIVEIRA; SANTOS; TABARELLI, 2008; SANTOS *et al.*, 2008) e demonstram que a transformação da floresta em fragmentos reduz a flora arbórea (HILL; CURRAN, 2001; 2003) ou arbóreo-arbustiva (CAGNOLO; CABIDO; VALLADARES, 2006; ESCHEVERRIA *et al.*, 2007; OOSTERHORN; KAPPELLE, 2000), com poucas exceções (COUSINS; AGGEMYR, 2007; SANTOS; KINOSHITA; SANTOS, 2007).

O sub-bosque florestal é o conjunto de plântulas, ervas e arbustos, espécies de ciclo de vida mais curto (adultos ciófitos), além dos indivíduos jovens das espécies arbóreas do dossel (GOMES *et al.*, 2009; TABARELLI; VILLANI; MANTOVANI, 1993). Representa um alto percentual do total de espécies da floresta tropical e constitui um componente de vital importância para o estabelecimento e desenvolvimento das espécies que irão constituir os demais estratos da floresta (OLIVEIRA; AMARAL, 2005).

Estudos têm revelado que as espécies do sub-bosque são mais sensíveis às modificações climáticas e edáficas do que as árvores adultas de dossel (CITADINI-ZANETTE; BATISTA, 1989; GOMES *et al.*, 2009; MÜLLER; WAECHTER, 2001; SILVA, A. *et al.*, 2008) e, portanto, são mais vulneráveis aos efeitos de borda. As espécies do sub-bosque são mais sensíveis à estrutura atual de paisagens (LINS E SILVA, 2010; METZGER, 1998), pois, árvores mais antigas no dossel já estavam presentes antes da fragmentação, de modo que não refletem uma resposta a este evento, ao contrário do sub-bosque, que já exibe uma resposta à nova cobertura vegetal (LINS E SILVA, 2010). Mudanças na fisionomia e estrutura do sub-bosque aparecem como respostas secundárias ao surgimento das bordas,

principalmente na forma de aumento da densidade e cobertura de arvoretas (WILLIAMS-LINERA, 1990; OOSTERHORN; KAPPELLE, 2000; HARPER *et al.*, 2005), embora em alguns trabalhos tenha sido registrada densidade menor nas bordas (YOUNG; MITCHELL, 1994; BENITEZ-MALVIDO, 1998). São esperadas também mudanças na composição de espécies (OLIVEIRA; FELFILI, 2005) e aumento nas taxas de recrutamento perto das margens florestais (LAURANCE *et al.*, 1998). Estudos mostram que a diversidade de indivíduos jovens é menor em fragmentos florestais do que em áreas contínuas e diminui com a redução do tamanho do remanescente (BENITEZ-MALVIDO, 1998; BENITEZ-MALVIDO; MARTINEZ-RAMOS, 2003).

Na Floresta Atlântica do extremo norte de Pernambuco, Brasil, estima-se que restam apenas 4,6% da vegetação original (LIMA, 1998) sob a forma de fragmentos pequenos e irregulares, a maioria com menos de 500 ha (RANTA *et al.*, 1998; TRINDADE *et al.*, 2008). Estes remanescentes estão localizados principalmente em fundos de vales, com inclinação superior a 30%, locais onde se concentram frequentemente, as florestas ripárias (LIMA; ZAKIA, 2000).

Visando a conhecer a influência da área e da borda na Floresta Atlântica do extremo norte do Estado de Pernambuco, foi estudada a estrutura da vegetação borda-interior no sub-bosque ripário de seis fragmentos florestais de tamanhos distintos: três grandes, área maior do que 100 ha, e três pequenos, área inferior a 100 ha. Baseado nas hipóteses da relação espécie-área e nos estudos sobre fragmentação que preveem maior penetração dos efeitos de borda em remanescentes florestais pequenos devido à maior razão borda-interior (GREZ *et al.* 1998), espera-se que os fragmentos grandes conservem melhor a vegetação remanescente e, conseqüentemente, apresentem: 1) maior diferenciação microclimática entre borda e interior, 2) maior diferenciação na fisionomia e estrutura entre borda e interior e, 3) correlação entre as diferenças microclimáticas borda- interior e estrutura do sub-bosque.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Localização e caracterização ambiental da área de estudo

Os remanescentes florestais estudados estão inseridos no domínio da Floresta Atlântica, denominada Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas pelo IBGE (1992). Tais remanescentes abrigam áreas nas quais ocorrem nascentes e cursos de água, que integram a bacia hidrográfica do Rio Botafogo (FIDEM, 1987), o que permite denominá-los florestas ripárias. O termo mata ou floresta ripária é, frequentemente, utilizado para designar as florestas que margeiam cursos d'água em áreas onde a vegetação de interflúvio também é

florestal (METZGER; BERNACCI; GOLDENBERG, 1997) enquanto o termo mata de galeria é utilizado para áreas em que a vegetação de interflúvio não tem fisionomia florestal (RODRIGUES, 2000).

Foram estudados dois grupos de fragmentos de tamanhos distintos localizados entre as coordenadas $07^{\circ}41'04,9''$ e $07^{\circ}54'17,6''$ S; $34^{\circ}54'17,6''$ e $35^{\circ}05'07,2''$ W, no extremo norte do Estado de Pernambuco (Figura 1). Três fragmentos têm área maior que 100 ha e foram considerados grandes para a região: FG1 (Mata de Piedade - 305,78 ha), FG2 (Mata dos Macacos - 356,22 ha) e FG3 (Mata da Zambana - 387,85 ha) e três foram considerados pequenos (menores que 100 ha): FP1 (Mata das Vespas - 13,80 ha), FP2 (Mata do Pezinho - 29,89 ha) e FP3 (Mata de Cruzinha - 87,26 ha). A paisagem local é marcada pela monocultura de cana-de-açúcar. A área de remanescentes florestais cobre 65,7 km², distribuídas em 110 fragmentos de diferentes tamanhos, dos quais apenas 13,8% possuem área maior que 100 ha conforme Trindade *et al.* (2008). O fragmento FG1 corresponde à área da reserva ecológica estadual Mata da Usina São José ou Mata de Piedade, única área protegida na região, estabelecida pela lei estadual 9989 (1987).

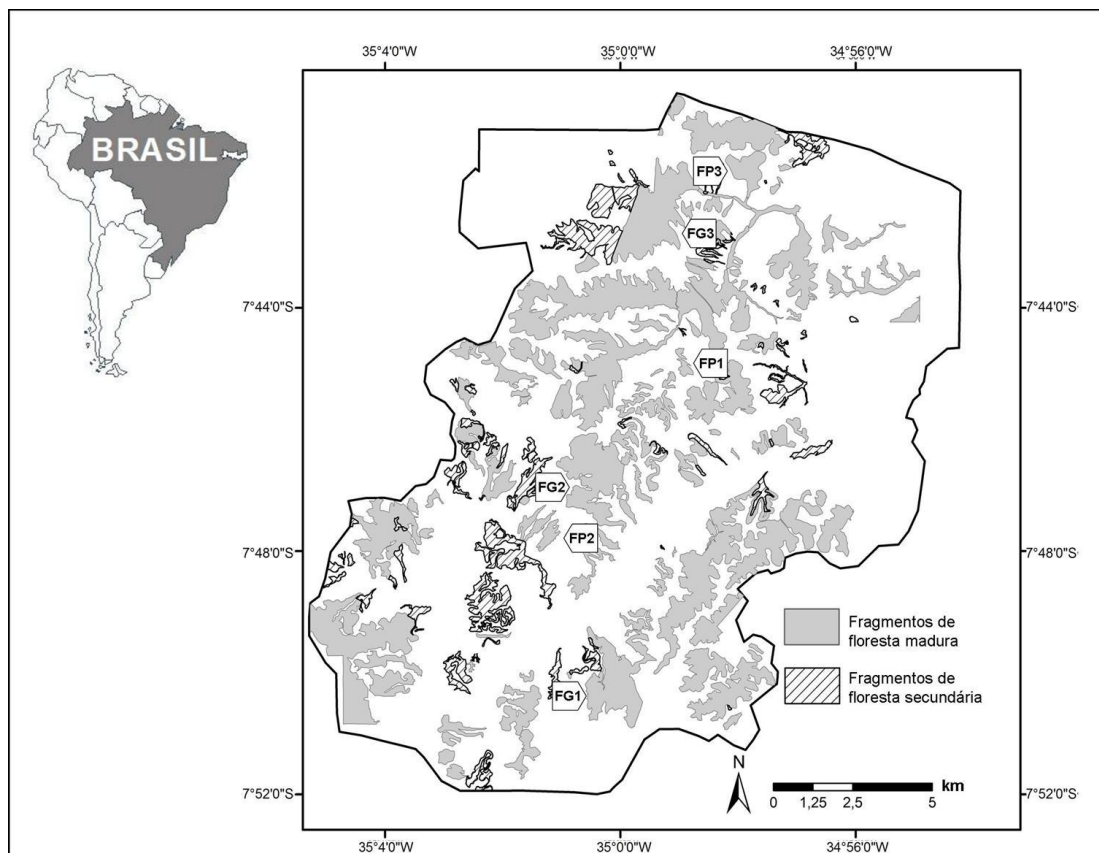


Figura 1. Localização da área de estudo. Usina São José, Pernambuco, Brasil. Fonte: Trindade (2008).

O clima da área é do tipo As' (tropical quente e úmido), segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1687 mm, com chuvas concentradas nos meses de abril a agosto e temperatura média de 25,1°C (dados da Usina São José, período de 1998 a 2006). Os fragmentos situam-se sobre a geologia do Grupo Barreiras, de idade plio-pleistocênica, constituído por sedimentos areno-argilosos não consolidados, de origem continental. O relevo é constituído por tabuleiros com feições de topos planos, entrecortados por vales estreitos e profundos, cujas vertentes apresentam declividades maiores que 30% (CPRH, 2003).

3.2.2 Coleta de dados microclimáticos borda-interior

Foram instaladas simultaneamente duas estações meteorológicas automáticas do tipo Reinhardt Weather Station (System FT-1M), uma no ambiente de borda (primeiros 50 m do limite florestal) e outra no interior (além de 300 m da borda) de cada fragmento, para medir a temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%). Cada estação é composta de sensores de temperatura do ar e umidade relativa e possui *datalogger* (Figura 2a). As estações foram fixadas em estacas de PVC a 1 m de altura (Figura 2 b) e programadas para realizar leituras em intervalos de 5 minutos, por um período de 24 horas, o que gerou 12 perfis diários (6 fragmentos x 2 ambientes). As coletas dos dados microclimáticos foram realizadas entre os meses de Junho e Setembro de 2010. Os dados obtidos foram transferidos para o computador, por meio do *Software* Reinhardt Weather Station 1.4., exportados para o MS Excel para análises.

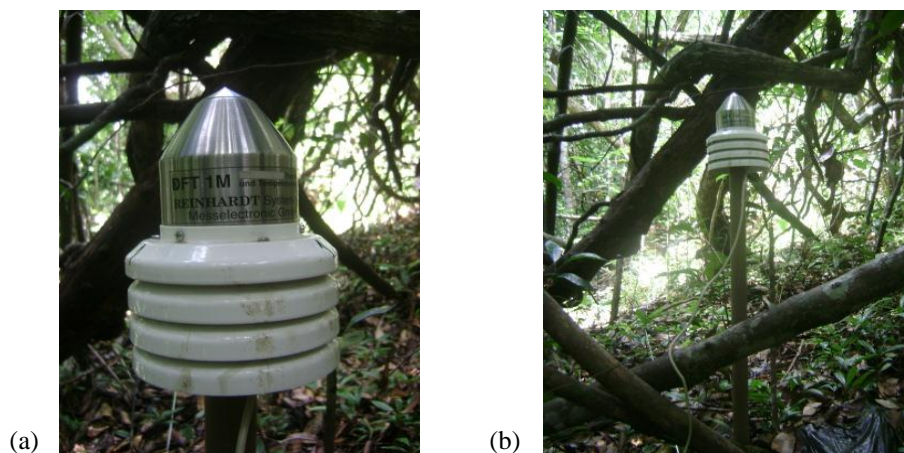


Figura 2. (a) Estações meteorológicas automáticas *Reinhardt Weather Station (System FT-1M)* e (b) estações meteorológicas instaladas nos ambientes de borda e interior ripários e interior de encosta de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil.

3.2.3 Coleta dos dados de estrutura do sub-bosque

Para a coleta de dados de fisionomia e estrutura do sub-bosque ripário, foram instalados, em cada fragmento, dois módulos amostrais de 20 x 50 m, um nos primeiros 50 m do limite florestal (borda ripária), e outro além de 300 m da borda (interior ripário). O ambiente de borda foi definido como até 50 m da margem do fragmento por considerar que a maioria dos efeitos de borda desaparece até esta distância (GOMES *et al.*, 2009; SILVA, H. *et al.*, 2008). Os riachos dos fragmentos estudados apresentam largura que varia de 1 a 3 m, permitindo que as copas das árvores sobrejacentes se toquem e formem um dossel contínuo. Por isso, as margens dos riachos não podem ser consideradas bordas. Cada módulo continha 10 parcelas não contíguas de 5 x 5 m, com espaçamento de 5 m entre si para amostragem do sub-bosque lenhoso (Figura 3).

Todos os indivíduos lenhosos com Circunferência à Altura do Solo (CAS) a partir de 3 cm até Circunferência à Altura do Peito (CAP) < 15 cm e sem limite de altura foram amostrados. Este critério de inclusão foi selecionado por ser mais abrangente (GOMES *et al.*, 2009) e garantir que os indivíduos não incluídos nos estudos do componente arbóreo fossem registrados. Todos os indivíduos da amostra tiveram CAS e, quando necessário, CAP medidas com fita métrica e altura tomada ou estimada com auxílio de régua graduada de 8 m. Para determinação botânica da composição do sub-bosque, foi coletada de todas as espécies uma amostra fértil ou estéril de seus ramos. Os dados coletados (CAS, altura, família botânica e espécie) foram organizados em banco de dados no programa Mata Nativa 2 (SOUZA *et al.*, 2006).

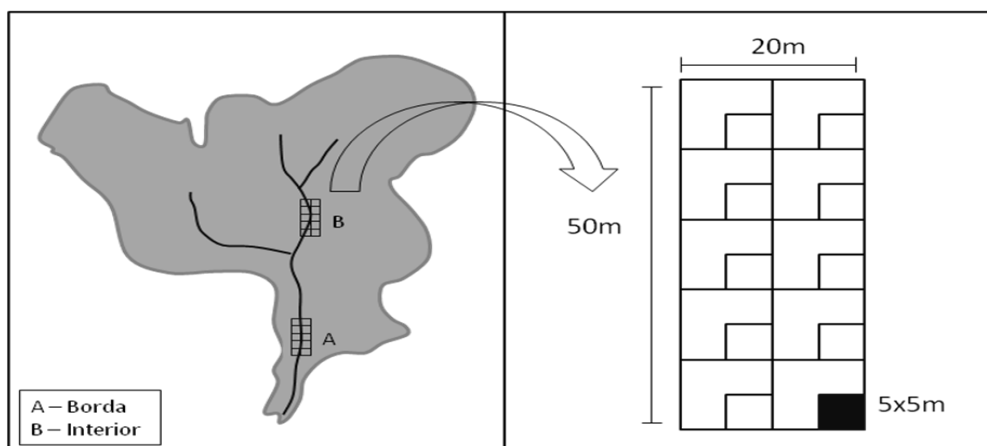


Figura 3 - Desenho esquemático das unidades amostrais instaladas nos ambientes de borda e interior de fragmentos de Floresta Atlântica estudados em Pernambuco, Brasil.

O material botânico coletado foi herborizado seguindo metodologia usual e protocolo do Projeto Fragmentos (ALVES-ARAÚJO *et al.*, 2008) e incorporado aos Herbários das Universidades Federais de Pernambuco (UFP) e do Instituto Agrônomo de Pesquisas (IPA). As amostras foram identificadas até o nível de espécie, quando possível, com auxílio de literatura específica e comparação com o material determinado por especialistas, depositado no herbário UFPR, UFP e IPA. Quando necessário, o material foi enviado a especialistas para identificação e/ou confirmação. Todas as espécies coletadas foram listadas por ordem alfabética de família. O sistema de classificação adotado foi o APG III (2009). Os nomes das espécies foram atualizados quanto à sinonímia com base no sítio do Missouri Botanical Garden (TROPICOS, 2010) e os nomes e/ou abreviaturas dos autores das espécies foram grafados de acordo com The International Plant Names Index (IPNI, 2010).

3.2.4 Análise dos dados microclimáticos

Para analisar o efeito da área e da borda nas condições microclimáticas no sub-bosque ripário, os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram classificados para obtenção dos valores máximos e mínimos e médios de cada perfil diário. Foi utilizada ANOVA de um critério para comparar os valores médios de temperatura e umidade entre os ambientes de borda e interior em cada fragmento.

3.2.5 Análise dos dados de estrutura

Para verificar a participação de indivíduos mortos de pé nos diferentes tamanhos de fragmentos, os totais e percentuais de indivíduos mortos foram calculados por fragmento e por ambientes de borda e interior. Em seguida, considerando apenas os indivíduos vivos, foram calculados, em cada fragmento, os valores absolutos e relativos de densidade por espécie e parcela (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), além da riqueza de espécies e diversidade de Simpson. O valor de importância de cada espécie foi obtido a partir da soma dos valores relativos de densidade, frequência e dominância. Todos os dados foram processados no software Mata Nativa (SOUZA *et al.*, 2006). Considerando que a densidade variou entre as amostras (fragmentos e ambientes), o que pode levar a um “efeito da densidade” (Denslow 1995), curvas de rarefação foram produzidas com o objetivo de comparar a riqueza de espécies com base em um número equivalente de indivíduos (menor densidade) entre fragmentos (6 curvas) e ambientes (12 curvas). A curvas de rarefação foram

elaboradas no software EstimateS 7.5.2 (Cowel 2006). Em cada fragmento e ambiente (borda e interior), baseado no número e percentuais de indivíduos, as espécies foram classificadas em: raras (até 5 indivíduos), comuns (6-50 indivíduos) e abundantes (mais de 51 indivíduos).

Para avaliar o efeito da área (entre as classes de tamanho de fragmentos) e/ou de borda (entre os ambientes de borda e interior ripários), na densidade, riqueza e diversidade, foi realizada ANOVA fatorial: a x b. Nesta análise, o tamanho dos fragmentos (pequenos e grandes) foi considerado como tratamento e os ambientes de borda e interior como blocos, com três repetições cada. A interação entre tratamentos e blocos também foi avaliada. Todos os testes foram feitos utilizando o software Bioestat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007).

A relação entre a estrutura do sub-bosque e as variáveis microclimáticas foi avaliada por meio da análise de correspondência canônica (CCA, *Canonical Correspondence Analysis*) no programa PC-ORD for Windows versão 4.0 (MCCUNE; MEFFORD, 1999). Foram elaboradas, para cada classe de tamanho de fragmento, duas matrizes. A primeira matriz foi composta por 127 espécies nos fragmentos grandes e 123 espécies nos fragmentos pequenos. A segunda matriz, de variáveis ambientais, incluiu a média dos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar e uma variável categórica do ambiente com duas classes: borda e interior. Os valores foram transformados em $\ln(n + 1)$ para compensar desvios causados pela baixa frequência dos valores mais elevados (TER BRAAK, 1995). Os valores obtidos na análise foram testados estatisticamente, de forma a diferenciá-los do acaso, pelo teste de Monte Carlo com 100 repetições, $p < 0,05$.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Caracterização Microclimática

Nos fragmentos maiores, os ambientes de borda apresentaram temperaturas mais elevadas e menor umidade do ar que no interior, enquanto nos fragmentos menores não houve diferença. A temperatura média do ar nos ambientes de borda e interior dos fragmentos grandes foi, respectivamente: 22,42° C (desvio padrão de $\pm 2,09$) e 21,18° C ($\pm 1,48$) em FG1, 24,19° C ($\pm 2,00$) e 24,13° C ($\pm 2,04$) em FG2 e 23,75° C ($\pm 3,61$) e 22,93° C ($\pm 3,58$) em FG3 (Figura 4; para valores mínimos e máximos ver tabela 1). Em dois fragmentos grandes (FG1 e FG3), foi verificada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os ambientes. Nos fragmentos pequenos, a temperatura média na borda e no interior foi de: 22,16° C ($\pm 1,02$) e 21,97° C ($\pm 0,91$) em FP1, 23,91° C ($\pm 1,77$) e 23,73° C ($\pm 1,80$) em FP2 e 21,78° C ($\pm 1,63$) e 21,49° C ($\pm 1,60$) em FP3 (Figura 4; Tabela 1).

Tabela 1: Valores absolutos de temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes de borda e interior ripários de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. Em negrito, destacam-se os ambientes significativamente diferentes.

	Temperatura do ar			Umidade relativa do ar		
	Máxima	Mínima	Média ± Desvio padrão	Máxima	Mínima	Média ± Desvio padrão
FG1						
Borda	26,99	19,93	22,42 ± 2,09	91,58	58,53	82,79 ± 8,29
Interior	24,58	19,27	21,18 ± 1,48	93,84	85,71	90,56 ± 1,54
FG2						
Borda	27,89	21,22	24,19 ± 2,00	90,95	65,65	82,72 ± 7,14
Interior	27,83	21,38	24,13 ± 2,04	90,07	58,62	80,09 ± 9,27
FG3						
Borda	29,74	19,19	23,75 ± 3,61	90,59	58,32	79,99 ± 10,87
Interior	28,47	18,16	22,93 ± 3,58	89,07	56,33	79,05 ± 9,8
FP1						
Borda	26,04	20,6	22,16 ± 1,02	94,3	74,14	91,94 ± 2,66
Interior	24,94	20,56	21,97 ± 0,91	93,78	82,3	92,06 ± 1,73
FP2						
Borda	26,66	21,42	23,91 ± 1,77	93,48	78,57	89,47 ± 2,98
Interior	26,91	21,35	23,73 ± 1,80	93,16	75,58	89,28 ± 3,56
FP3						
Borda	25,21	19,04	21,78 ± 1,63	92,76	74,14	88,28 ± 3,22
Interior	25,73	18,87	21,49 ± 1,60	93,61	77,62	88,78 ± 3,00

Em relação à umidade do ar, como esperado devido ao efeito de área, não foram detectadas diferenças entre borda e interior dos fragmentos pequenos. Nos fragmentos grandes, diferenças foram detectadas entre a borda e o interior de FG1 e FG2, no entanto, contraditoriamente, a borda de FG2 apresentou maior umidade que o interior. Nestes fragmentos as médias de umidade na borda e interior foram de: 82,79% ($\pm 8,29$) e 90,56% ($\pm 1,54$) em FG1, 82,72% ($\pm 7,14$) e 80,09% ($\pm 9,27$) em FG2 e 79,99% ($\pm 10,87$) e 79,05% ($\pm 9,8$) em FG3 (Figura 5; Tabela 1). A umidade média na borda e interior dos fragmentos pequenos foi de 91,94% ($\pm 2,66$) e 92,06% ($\pm 1,73$) em FP1, 89,47% ($\pm 2,98$) e 89,28% ($\pm 3,56$) em FP2 e 88,28% ($\pm 3,22$) e 88,78% (± 3) em FP3 (Figura 5; Tabela 1).

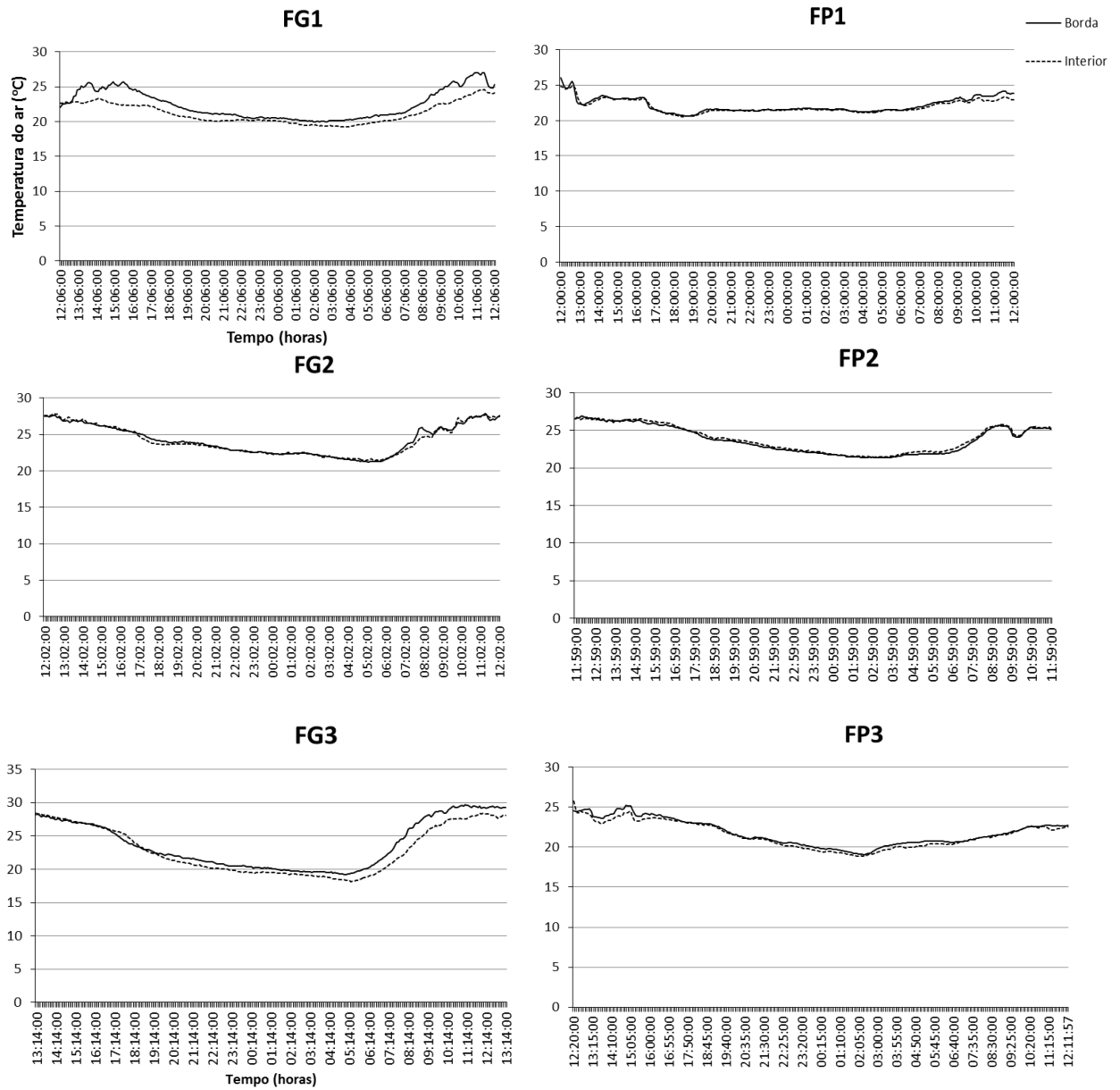


Figura 4: Gráficos da temperatura nos ambientes de borda e interior ripários em seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmento Grande; FP= Fragmento Pequeno.

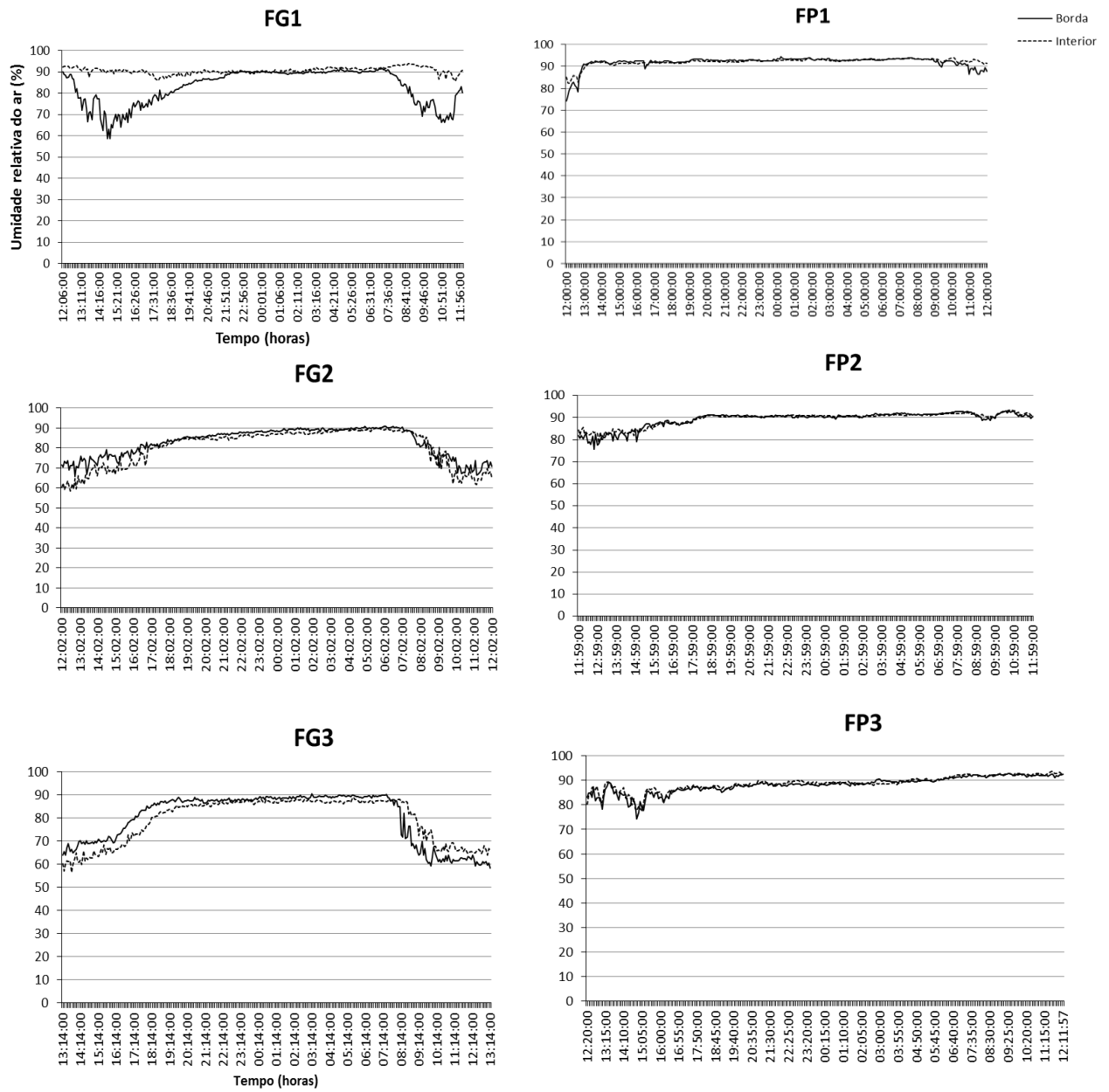


Figura 5: Gráficos da umidade nos ambientes de borda e interior ripários em seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmento Grande; FP= Fragmento Pequeno.

3.3.2 Fisionomia do sub-bosque ripário

Foram amostradas 4.427 plantas no total, das quais 4.273 representaram a densidade de indivíduos vivos. A densidade de indivíduos foi semelhante tanto entre fragmentos de tamanhos distintos como entre ambientes de borda e interior. Em média os fragmentos grandes registraram 646 (desvio padrão de $\pm 89,03$) indivíduos, enquanto os ambientes de borda e interior apresentaram, respectivamente, $353 \pm 97,30$ e $293 \pm 47,95$ indivíduos (Tabela 2). Nos fragmentos pequenos foram registrados $779 \pm 181,55$ indivíduos, sendo $346 \pm 37,82$ na borda e $433 \pm 218,38$ no interior.

Tabela 2. Fisionomia do sub-bosque ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos.

	Borda		Interior		Total	
Densidade	N	Média \pm DP	N	Média \pm DP	N	Média \pm DP
FG1	465	47 \pm 19,03	271	27 \pm 12,58	736	37 \pm 18,61
FG2	348	35 \pm 17,83	295	30 \pm 17,68	643	32 \pm 17,49
FG3	298	30 \pm 16,60	260	26 \pm 15,04	558	28 \pm 15,54
Média \pm DP	353 \pm 97,30		293 \pm 47,95		646 \pm 89,03	
FP1	302	30 \pm 13,66	679	68 \pm 24,36	981	49 \pm 27,27
FP2	368	37 \pm 18,02	262	26 \pm 11,08	630	32 \pm 15,54
FP3	367	37 \pm 13,61	358	36 \pm 9,27	725	36 \pm 11,34
Média \pm DP	346 \pm 37,82		433 \pm 218,38		779 \pm 181,55	
Indivíduos mortos (%)						
FG1		3,33		0,37		2,26
FG2		1,34		0,57		0,92
FG3		2,93		3,35		3,13
Média \pm DP		2,53 \pm 1,05		1,43 \pm 1,66		2,10 \pm 1,11
FP1		4,47		6,09		5,67
FP2		3,66		4,03		3,82
FP3		4,46		3,22		3,85
Média \pm DP		4,29 \pm 0,55		4,44 \pm 1,48		4,45 \pm 1,06

Do total de indivíduos encontrados nos seis fragmentos, 154 estavam mortos de pé. Entre fragmentos de tamanhos distintos, o percentual de indivíduos mortos foi maior nos remanescentes pequenos (média de 4,45% \pm 1,06), que diferiu significativamente ($F=10,6807$; $p=0,0112$) dos fragmentos grandes (2,10% \pm 1,11; ver tabela 2). Na borda dos fragmentos grandes o percentual médio de plantas mortas foi de 2,53% ($\pm 1,05$), enquanto no interior, em média 1,43% ($\pm 1,66$) dos indivíduos estavam mortos. Nos remanescentes

pequenos, este percentual foi, respectivamente, 4,29% ($\pm 0,55$) e 4,44% ($\pm 1,48$) na borda e no interior. Não houve diferença para o percentual de indivíduos mortos entre ambientes.

3.3.3 Estrutura do sub-bosque ripário

A riqueza de espécies foi semelhante tanto entre fragmentos de tamanhos distintos como entre ambientes de borda e interior. No total, foram registradas 169 espécies distribuídas em 46 famílias botânicas (Para lista florística, ver apêndice), das quais 127 espécies (média de $64 \pm 30,57$) foram amostradas nos fragmentos grandes e 123 ($63 \pm 3,21$) nos fragmentos pequenos (Figura 6; Tabela 3). Fragmentos grandes registraram média de 46 ($\pm 20,21$) espécies na borda e 30 ($\pm 8,89$) no interior, enquanto nos fragmentos pequenos foram amostradas 44 ($\pm 6,11$) e 43 ($\pm 7,77$) espécies na borda e no interior, respectivamente.

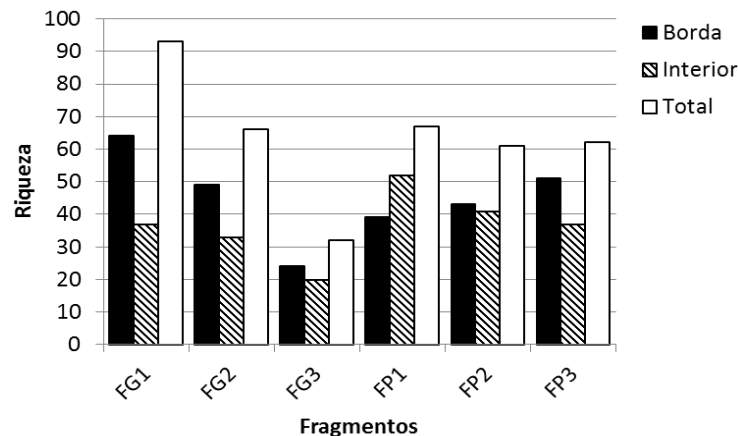


Figura 6. Riqueza de espécies no ambiente ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos

Quando estimada através de rarefação, a riqueza estimada e observada (densidade mínima de 547 indivíduos) foi semelhante entre os seis fragmentos estudados (Figura 7a). A média de espécies foi de $49,26 \pm 25,50$ (média \pm desvio padrão) nos fragmentos grandes e $40,44 \pm 7,18$ nos fragmentos pequenos. Entre ambientes, diferenças significativas ($F=10,5761$, $p < 0,05$) entre a riqueza estimada e observada (densidade mínima de 234 indivíduos) foram registradas nos fragmentos pequenos, nos quais a riqueza variou de 30,66 na borda de

FP1 a 39,21 na borda de FP3 (Figura 7b). A comparação da riqueza, com base nas curvas de rarefação, não apresentou diferenças entre tamanhos de fragmento ou ambientes.

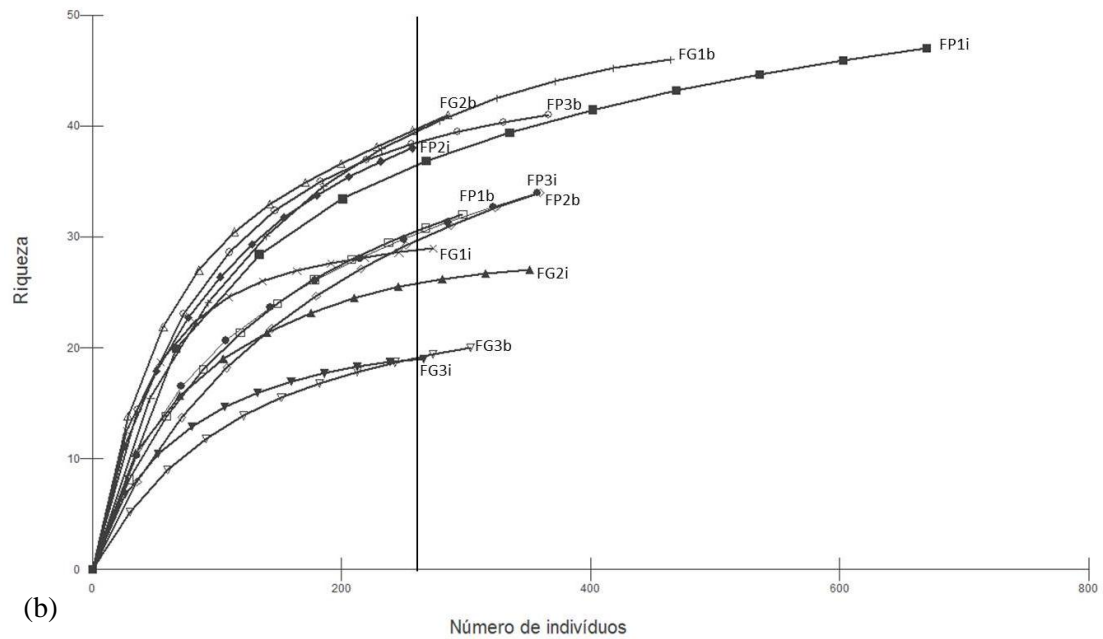
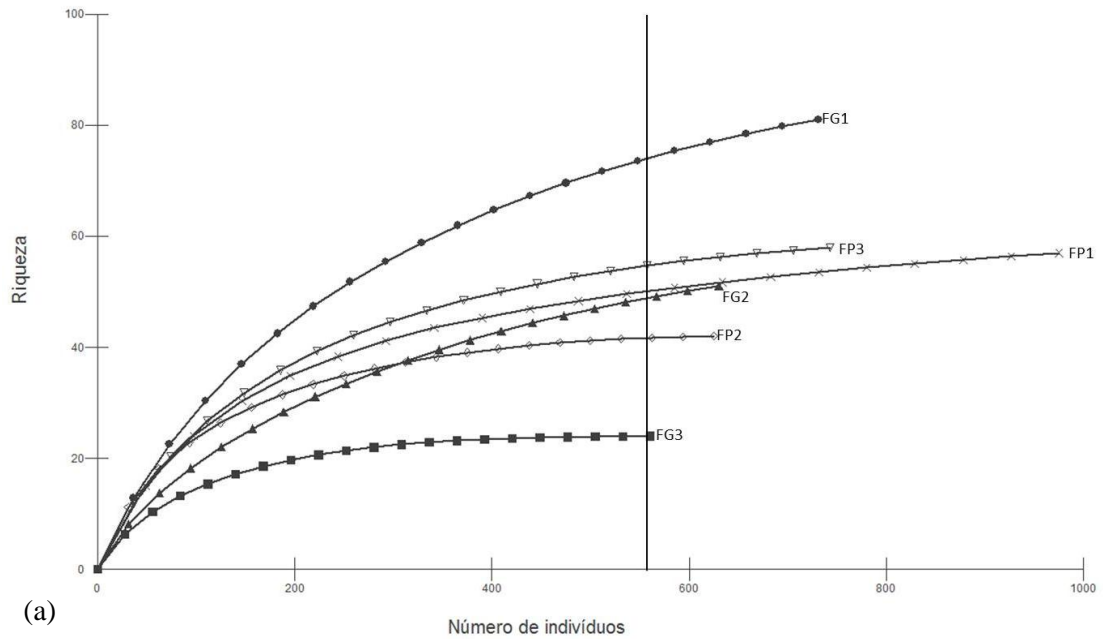


Figura 7. Curvas de rarefação baseadas no número de indivíduos no sub-bosque ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. Curvas para amostras totais (a) e curvas por ambientes de borda e interior (b). FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos; b = Borda; i = Interior.

Tabela 3. Riqueza e diversidade nos ambientes de borda e interior do sub-bosque ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos.

	Borda		Interior		Total	
Riqueza	N	Média ± DP	N	Média ± DP	N	Média ± DP
FG1	64	17 ± 4,10	37	8 ± 4,55	93	13 ± 6,03
FG2	49	11 ± 6,31	33	10 ± 4,57	66	10 ± 5,39
FG3	24	6 ± 2,79	20	7 ± 1,40	32	6 ± 2,19
Média ± DP	46 ± 20,21		30 ± 8,89		64 ± 30,57	
FP1	39	10 ± 4,25	52	18 ± 3,86	67	14 ± 5,66
FP2	43	12 ± 6,85	41	12 ± 4,88	61	12 ± 5,79
FP3	51	14 ± 4,39	37	11 ± 4,42	62	13 ± 4,59
Média ± DP	44 ± 6,11		43 ± 7,77		63 ± 3,21	
Diversidade (D)						
FG1		0,93		0,75		0,94
FG2		0,88		0,79		0,89
FG3		0,74		0,85		0,87
Média ± DP		0,85 ± 0,10		0,80 ± 0,05		0,90 ± 0,04
FP1		0,88		0,88		0,89
FP2		0,91		0,93		0,94
FP3		0,96		0,89		0,95
Média ± DP		0,92 ± 0,04		0,90 ± 0,03		0,93 ± 0,03

Analisando os seis fragmentos, as famílias que apresentaram maior riqueza de espécies, no total, foram: Myrtaceae (19), Melastomataceae (17), Rubiaceae (11) e Fabaceae-Mimosoideae (10). Quanto ao número de indivíduos, destacaram-se as famílias Lecythidaceae (512), Melastomataceae (492), Annonaceae (471), Clusiaceae (350) e Myrtaceae (323). As famílias mais representativas em número de espécies e/ou indivíduos por ambiente e por fragmento estão listadas na tabela 4.

Tabela 4. Famílias mais representativas em número de espécies e/ou indivíduos nos ambientes de borda e interior de fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. S= Número de espécies; N= Número de indivíduos.

Família	Fragmentos Grandes				Fragmentos Pequenos			
	Borda		Interior		Borda		Interior	
	S	N (%)	S	N (%)	S	N (%)	S	N (%)
Myrtaceae	9	7,09	9	5,23	11	11,19	7	6,62
Annonaceae	8	6,14	5	32,20	-	-	4	7,08
Fabaceae-Mimosoideae	7	2,65	-	-	5	5,69	7	11,32
Rubiaceae	7	2,93	4	18,32	5	3,47	7	4,39
Melastomataceae	6	7,37	5	9,22	10	10,32	9	17,40
Burseraceae	3	7,56	-	-	-	-	-	-
Clusiaceae	3	8,03	5	11,83	3	6,75	4	7,01
Lecythidaceae	3	15,22	-	-	3	12,25	2	15,78
Violaceae	1	13,80	-	-	-	-	-	-
Sapindaceae	-	-	-	-	4	6,17	5	0,46
Piperaceae	-	-	-	-	4	10,41	-	-

As dez espécies com maior valor de importância nos seis fragmentos estudados foram: *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers., *Anaxagorea dolichocarpa* Sprague & Sandwith, *Symphonia globulifera* L.f., *Henriettea succosa* (Aubl.) DC., *Miconia prasina* (Sw.) DC., *Psychotria carthagenensis* Jacq., *Paypayrola blanchetiana* Tul., *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, *Pogonophora schomburgkiana* Miers ex Benth. e *Tapirira guianensis* Aubl. (Figura 8). Juntas, estas espécies representaram 35,92% da densidade e 33,91 % da área basal total.

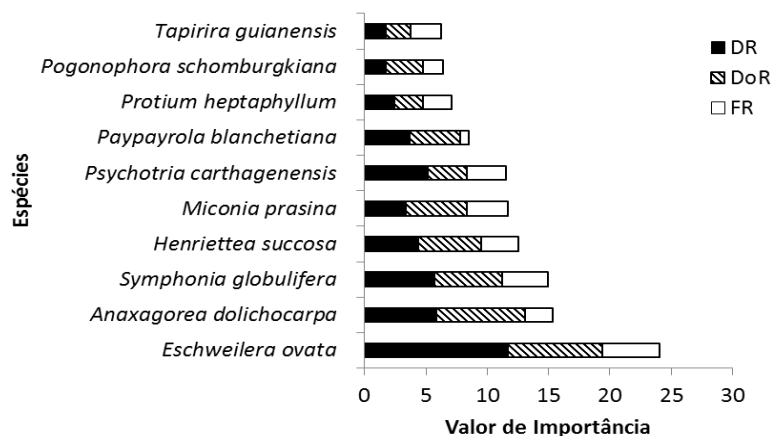


Figura 8. Dez espécies de maior valor de importância no ambiente ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. DR = Densidade Relativa, DoR = Dominância Relativa, FR = Frequência Relativa.

A diversidade diferiu significativamente entre tamanhos de fragmentos ($F=5,9519$; $p=0,039$), maior nos remanescentes de menor área. Nos fragmentos pequenos, a diversidade média foi de $0,93 \pm 0,03$ (Tabela 3; Figura 9), enquanto nos fragmentos grandes, a média do Índice de Simpson foi $0,90 \pm 0,04$. Entre ambientes de borda e interior, não houve diferença significativa para a diversidade. Nos remanescentes de maior área, os valores médios foram de $0,85 \pm 0,10$ na borda e $0,80 \pm 0,05$ no interior. Nos fragmentos pequenos, a diversidade média na borda e interior foi respectivamente $0,92 \pm 0,04$ e $0,90 \pm 0,03$.

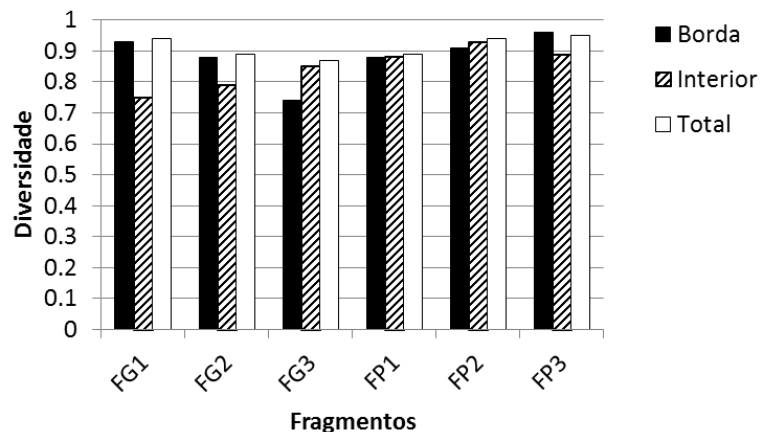


Figura 9. Diversidade de espécies no ambiente ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos.

O percentual de espécies raras foi semelhante tanto entre fragmentos de tamanhos distintos como entre ambientes de borda e interior. Estas espécies representaram, em média, cerca da metade da amostra total (49,11%), enquanto que as espécies abundantes representaram apenas 14,20% (Tabela 5). O percentual de espécies raras foi de 63,78% nos fragmentos grandes e 47,58% nos pequenos. As abundantes, por sua vez, representaram 7,87% das espécies nos remanescentes grandes e 8,06% nos pequenos. As espécies *Eschweilera ovata* e *Symphonia globulifera* se destacaram por serem as mais abundantes tanto nos fragmentos grandes como nos pequenos. Entre ambientes, o percentual médio de espécies raras nos fragmentos grandes foi de 70,11% (desvio padrão de $\pm 13,89$) na borda e 71,27% ($\pm 10,62$) no interior. Nos fragmentos pequenos estes percentuais foram de 63,54% ($\pm 4,15$) e 65,16% ($\pm 4,81$) no interior, respectivamente. Quanto às espécies abundantes, os percentuais médios foram os seguintes: 3,79% ($\pm 0,58$) das espécies foram abundantes na borda e 6,15% ($\pm 3,54$) no interior dos remanescentes grandes, enquanto nos fragmentos pequenos os percentuais foram de 1,63% ($\pm 1,42$) na borda e 2,82% ($\pm 2,89$) no interior.

Tabela 5. Percentual das espécies raras (≤ 5 indivíduos) e abundantes (> 50 indivíduos) presentes no sub-bosque ripário de seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil. FG= Fragmentos Grandes; FP= Fragmentos Pequenos.

	Borda	Interior	Total	Média \pm DP
FG1				
Raras	76,56	81,08	76,34	78,82 \pm 3,20
Abundantes	3,13	5,41	4,30	4,27 \pm 1,61
FG2				
Raras	79,59	72,73	74,24	76,16 \pm 4,85
Abundantes	4,08	3,03	4,55	3,56 \pm 0,74
FG3				
Raras	54,17	60	56,25	57,08 \pm 4,12
Abundantes	4,17	10	12,5	7,08 \pm 4,12
Total FG				
Raras	70,11 \pm 13,89	71,27 \pm 10,62	63,78	68,95 \pm 11,04
Abundantes	3,79 \pm 0,58	6,15 \pm 3,54	7,87	7,12 \pm 4,66
FP1				
Raras	66,67	59,62	56,72	63,14 \pm 4,99
Abundantes	2,56	5,77	5,97	4,17 \pm 2,27
FP2				
Raras	65,12	68,29	60,66	66,70 \pm 2,25
Abundantes	2,33	-	4,92	1,16 \pm 1,64
FP3				
Raras	58,82	67,57	50	63,20 \pm 6,18
Abundantes	-	2,70	3,23	1,35 \pm 1,91
Total FP				
Raras	63,54 \pm 4,15	65,16 \pm 4,81	47,58	55,79 \pm 5,39
Abundantes	1,63 \pm 1,42	2,82 \pm 2,89	8,06	4,70 \pm 1,38
Total FG e FP				
Raras	66,82 \pm 9,85	68,21 \pm 8,10	49,11	62,37 \pm 10,59
Abundantes	2,71 \pm 1,53	4,48 \pm 3,42	14,20	5,91 \pm 3,34

A ordenação dos fragmentos grandes pela CCA incluiu 60 parcelas com 127 espécies. Os autovalores (*eigenvalues*) para os eixos 1 e 2 foram, respectivamente, 0,570 e 0,413. O primeiro eixo explicou 6,2% da variância e o segundo 4,5%. Apesar de somar apenas 10,7 % da variância total explicada, as correlações espécie-ambiente produzidas pela CCA foram altas nos dois primeiros eixos: 0,969 (eixo 1) e 0,935 (eixo2). Além disso, o teste de permutação de Monte Carlo mostrou que as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foram significativamente correlacionadas nos dois primeiros eixos de ordenação ($p= 0,01$). A diferença na abundância das espécies na borda e no interior de FG1 foi relacionada com a umidade relativa, enquanto em FG2 e FG3, foi relacionada com a temperatura do ar. Embora os ambientes de borda e interior sejam mais semelhantes nos fragmentos do que entre diferentes fragmentos, a CCA indicou que nos fragmentos grandes as

parcelas da borda apresentam estrutura diferente daquelas que estão no interior da floresta. Os resultados da CCA para os fragmentos grandes são mostrados no diagrama da figura 10.

Nos fragmentos pequenos, a CCA foi conduzida em 60 parcelas, com 123 espécies. Os autovalores foram de 0,605 para o eixo 1 e de 0,402 para o eixo 2. O primeiro eixo explicou 7,7% da variância enquanto o segundo respondeu por 5,1%, o que soma 12,9% da variância explicada pelos dois eixos. A correlação espécie-ambiente nos primeiro eixo foi de 0,979 e de 0,954 no segundo eixo. O teste de Monte Carlo teve significância de 0,01. O diagrama da figura 11 mostra que o primeiro eixo da ordenação relacionou-se com a variável temperatura e agrupou as parcelas do fragmento FP2. Os fragmentos FP1 e FP3 foram agrupados no segundo eixo, que foi relacionado, principalmente, com a umidade. De modo semelhante aos fragmentos grandes, os ambientes de borda e interior foram mais similares no fragmento do que entre fragmentos distintos. Entretanto, ao contrário dos fragmentos grandes, a estrutura do sub-bosque apresentou-se mais homogênea. A estrutura do sub-bosque foi, assim, relacionada principalmente aos parâmetros microclimáticos nos fragmentos e não às categorias de borda e interior.

Dentre as famílias que apresentaram maior riqueza e/ou abundância, Rubiaceae, Annonaceae, Myrtaceae, Fabaceae-Mimosoideae, e Clusiaceae foram positivamente correlacionadas com a umidade e tiveram destaque principalmente em FG1 e no interior dos fragmentos pequenos. Já as famílias Melastomataceae, Piperaceae e Lecythidaceae foram relacionadas com a temperatura e estiveram associadas, principalmente, aos fragmentos de menor tamanho e às bordas de fragmentos grandes, exceto a família Piperaceae, que ocorreu com destaque apenas na borda de FP2.

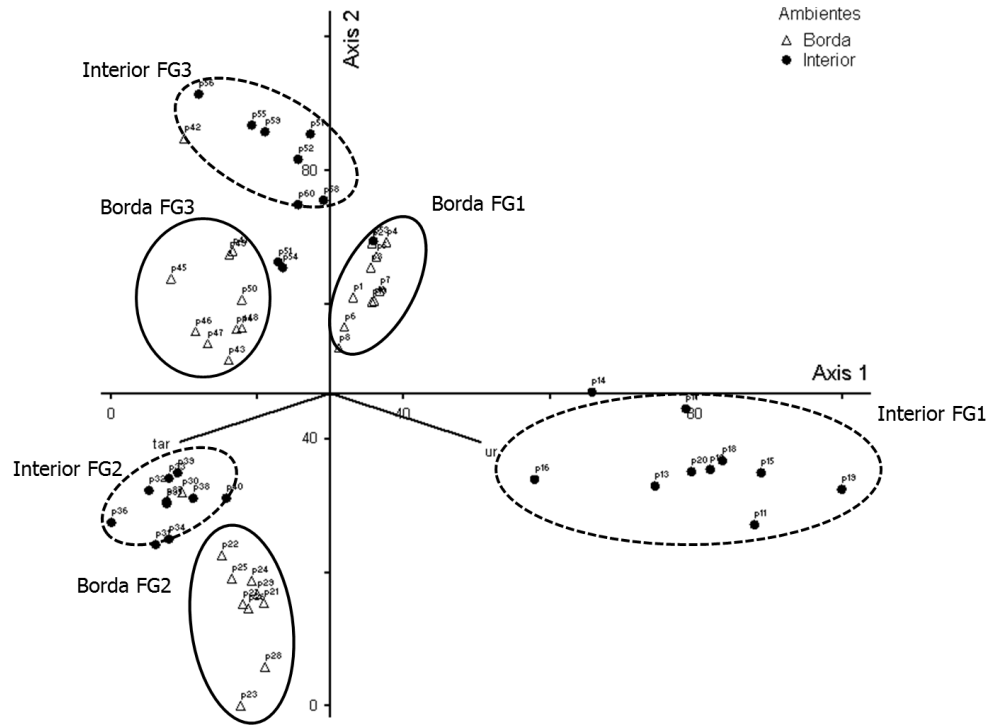


Figura 10. Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica dos dados de sessenta parcelas amostradas nos fragmentos grandes (FG) localizados em Pernambuco, Brasil. tar = temperatura do ar; ur = umidade relativa.

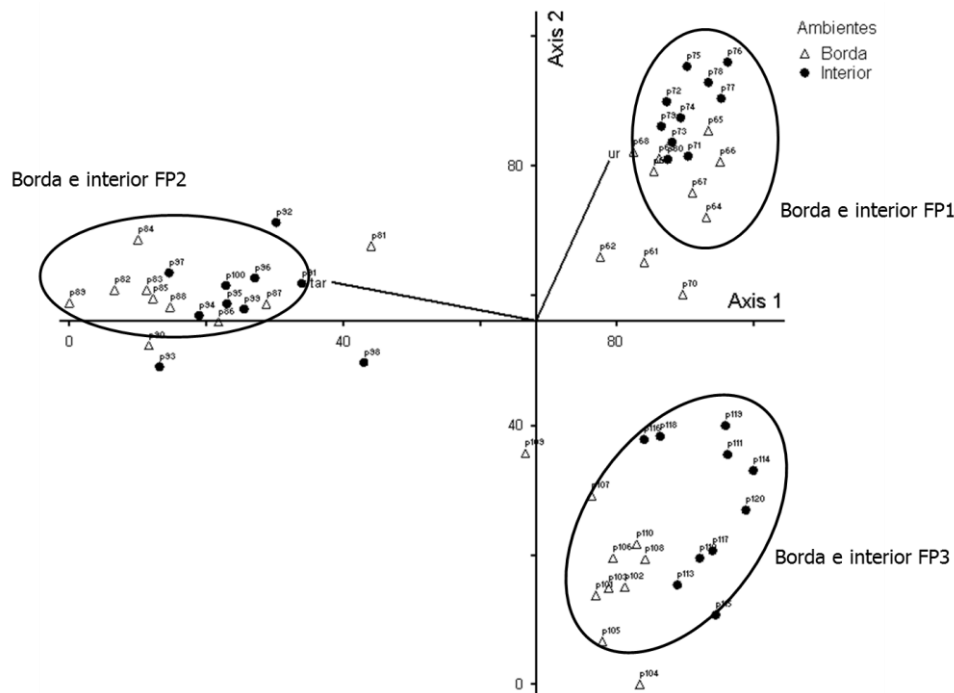


Figura 11. Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica dos dados de sessenta parcelas amostradas nos fragmentos pequenos (FP) localizados em Pernambuco, Brasil. tar = temperatura do ar; ur = umidade relativa.

3.4 DISCUSSÃO

3.4.1 Efeitos da área e de borda no microclima

Nos fragmentos grandes, a variável temperatura foi a que melhor respondeu ao efeito da borda, fato comumente já relatado na literatura por vários autores (p.e: DAVIES-COLLEY; PAYNE; VAN ELSWIJK, 2000; GIGNAC; DALE, 2005; GEHLHAUSEN; SCHWARTZ; AUGSPURGER, 2000). Com a umidade relativa do ar, não foi registrado o padrão esperado de menor umidade na borda (WILLIAMS-LINERA, 1990, BROSOFSKE *et al.*, 1997). No entanto, a largura da borda influencia este parâmetro que, frequentemente, aumenta com a distância (BÁLDI, 1999; DAVIES-COLLEY; PAYNE; VAN ELSWIJK, 2000; FOX *et al.* 1997; MATLACK, 1993).

A semelhança de temperatura e umidade entre borda e interior de fragmentos pequenos reforça as idéias de Young e Mitchel (1994) de que pequenos remanescentes florestais apresentam toda a área sob a influência da borda. A umidade mais baixa registrada no interior em relação à borda de um dos fragmentos grandes (FG2) pode estar relacionada à estrutura mais esparsa da vegetação no interior do fragmento e isso permite maior penetração de luminosidade e vento, tornando o ambiente menos úmido. De forma semelhante, Báldi (1999), no lago Velence, Hungria, registrou que até aproximadamente 15 m da margem a temperatura do ar e a ventilação diminuíram e a umidade relativa aumentou, mas devido à vegetação esparsa além desta distância, a temperatura e a intensidade luminosa voltaram a aumentar, enquanto a umidade diminuiu.

Os resultados encontrados no presente estudo demonstram que os efeitos de borda, nos fragmentos pequenos, pode se estender além dos 50 m da margem florestal, sendo, portanto superior ao previamente registrado em bordas de florestas tropicais pluviais, nas quais variações microclimáticas foram registradas entre 14 e 16 m de distância da borda (WILLIAMS-LINERA, 1990, WILLIAMS-LINERA; DOMINGUÉZ-GASTELÚ; GARCÍA-ZURITA, 1998).

3.4.2 Efeitos da área e da borda na fisionomia e na estrutura do sub-bosque ripário

Estudos demonstram que há maior densidade e mortalidade na borda do que no interior (DAVIES-COLLEY; PAYNE; VAN ELSWIJK, 2000; DELAMÔNICA, 2000; LAURANCE *et al.*, 2000; LAURANCE *et al.*, 2006), mas essa relação não foi encontrada no sub-bosque ripário dos fragmentos analisados. Isso demonstra que em ambientes ripários, a

densidade de plântulas e a diversidade podem estar mais relacionadas a outros fatores, como por exemplo, a frequência de inundações (POLLOCK, NAIMAN; HANLEY, 1998).

Embora as variáveis densidade e porcentagem de indivíduos mortos entre borda e interior não tenham diferença, com relação ao tamanho dos fragmentos, os de menor tamanho apresentaram maior porcentagem de indivíduos mortos. Isso pode ser explicado pelo efeito da área, que resulta na vulnerabilidade das espécies florestais às modificações microclimáticas (veja CITADINI-ZANETTE; BATISTA, 1989; MÜLLER; WAECHTER, 2001) tais como: temperatura elevada, baixa umidade relativa e mudanças no regime de ventos (SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991; LAURANCE, 2004), que podem abranger toda a área nos fragmentos pequenos.

Sobre a hipótese de que o aumento do número de espécies está relacionado ao aumento da área (ARRHENIUS, 1921), já demonstrada por Cagnolo; Cabido e Valladares (2006) e Hill e Curran (2001), há estudos que ressaltam que essa relação ocorre apenas quando os resultados estão baseados na análise das espécies tolerantes à sombra, denominadas especialistas da floresta (LAWESSON *et al.*, 1998; GODEFROID; KOEDAM, 2003). O presente estudo analisou conjuntamente todas as espécies registradas nos ambientes de cada fragmento e por isso não foi possível detectar o efeito da área e da borda na riqueza de espécies. Este resultado confirma que a análise conjunta de toda a riqueza do fragmento não é um bom indicador da relação espécie-área.

Os maiores índices de diversidade registrados nos remanescentes de menor área podem ser explicados pelas diferenças nos padrões de extinção e colonização influenciadas pelo tamanho e redução da heterogeneidade local que acompanha os efeitos da redução de tamanho em fragmentos florestais (SANTOS, 2003). Segundo esta autora, uma eliminação diferencial de espécies pode ocorrer, de modo que o número de espécies por unidade de área em fragmentos pequenos deve ser menor do que nos grandes, pois apenas espécies adaptadas às condições em pequenas áreas sobreviveriam e seriam, portanto, mais frequentes e abundantes. A autora afirma ainda que, se fragmentos pequenos estão mais sujeitos à penetração de espécies invasoras e pioneiras e à colonização por espécies anemocóricas, variações no número e diversidade de espécies entre fragmentos talvez não fossem detectadas, mas sim diferenças na sua composição florística.

A alta riqueza das famílias Myrtaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Annonaceae e Fabaceae-Mimosoideae neste estudo e também abundantes no sub-bosque de fragmentos de Floresta Estacional (p.e. CARDOSO-LEITE *et al.*, 2004; VILELA *et al.*, 1995) e em outros remanescentes de Floresta Pluvial Atlântica (GOMES *et al.*, 2009; ONOFRE; ENGEL;

CASSOLA, 2010) indica que estas são famílias dominantes no sub-bosque da Floresta Tropical Pluvial Atlântica, independente se ripário ou não. As espécies *Protium heptaphyllum*, *Symphonia globulifera* e *Tapirira guianensis*, que aparecem entre as dez de maior importância, são relatadas por Lorenzi (2002) como típicas de ambientes ripários. Além de Lorenzi (2002), vários outros autores (ver CAMPOS; LANDGRAF, 2001; ONOFRE; ENGEL; CASSOLA, 2010; VILELA *et al.*, 1993, 1995) também relatam que *T. guianensis* é uma espécie típica de terrenos úmidos, tolera encharcamentos e inundações e é encontrada em vários tipos de formações vegetais.

3.4.3 Relação microclima e estrutura do sub-bosque ripário

A relação entre as mudanças microclimáticas borda-interior na composição e estrutura da vegetação em áreas fragmentadas já está amplamente registrada na literatura (BÁLDI, 1999; DAVIES-COLLEY; PAYNE; VAN ELSWIJK, 2000; FOX *et al.* 1997; GEHLHAUSEN; SCHWARTZ; AUGSPURGER, 2000; MATLACK, 1993; WILLIAMS-LINERA, 1990, WILLIAMS-LINERA; DOMINGUÉZ-GASTELÚ; GARCÍA-ZURITA, 1998; YOUNG; MITCHEL, 1994). Nos fragmentos grandes, o conjunto de espécies separadas pelos parâmetros microclimáticos analisados neste estudo demonstra que, dentre os fragmentos analisados, os de área maior que 100 hectares estão melhor preservando a estrutura da floresta, ou seja, o hábitat de interior, pois conforme Grez *et al.* (1998), quanto menor o tamanho do fragmento, maior a penetração dos efeitos de borda e, portanto, maior o impacto na estrutura do habitat de interior.

As assembléias de espécies nos fragmentos pequenos diferiram das assembléias de fragmentos grandes. As espécies de famílias tipicamente pioneiras apresentaram maior abundância na borda e nos pequenos fragmentos. Os registros de literatura relatam a abundância de espécies pioneiras como características do efeito de borda (FOX *et al.*, 1997; OLIVEIRA; GRILLO; TABARELLI, 2004; TABARELLI; SILVA; GASCON, 2004; TABARELLI; MANTOVANI; PERES, 1999) e a abundância das famílias Annonaceae e Myrtaceae, consideradas como tolerantes à sombra, representativas de habitat de interior de remanescentes grandes (TABARELLI; SILVA; GASCON, 2004).

As variáveis microclimáticas analisadas na CCA explicaram apenas uma pequena parte da variância dos dados, o que indica haver muita variância remanescente não explicada. Além da temperatura e umidade do ar, segundo Botrel *et al.* (2002) e Carvalho *et al.* (2005) é provável que, em áreas ripárias, o regime de água e a fertilidade química do solo também

sejam fatores ambientais importantes associados à distribuição das espécies arbóreo-arbustivas. Por isso, conforme Botrel *et al.* (2002), explicações sobre a distribuição de espécies em face às variáveis ambientais só devem se aproximar de uma generalização após muitas repetições do mesmo padrão em diversas áreas, pois as espécies são sensíveis às variações ambientais de uma forma interativa e não isoladamente.

Mesmo diante das incertezas destacadas, observa-se que neste estudo as famílias Annonaceae, Myrtaceae, Fabaceae-Mimosoideae e Clusiaceae, foram positivamente correlacionadas à umidade e já foram relatadas na literatura (ver CAMPOS; ROMAGNOLO; SOUZA 2000; RODRIGUES; NAVE, 2000; ROMAGNOLO; SOUZA, 2000; SOUZA; MONTEIRO, 2005) como sendo famílias que apresentam gêneros típicos de ambientes ripários, tais como: *Anaxagorea* (Annonaceae), *Inga* (Fabaceae-Mimosoideae), *Eugenia* (Myrtaceae), *Tovomita* e *Symphonia* (Clusiaceae). Neste estudo, estes gêneros foram abundantes, principalmente no ambiente de sub-bosque interior e/ou nos sub-bosques dos fragmentos grandes. As famílias Melastomataceae e Piperaceae foram correlacionadas à temperatura e se destacaram em riqueza nos fragmentos pequenos (FP2). Estas famílias são conhecidas por apresentar mais espécies pioneiras (ARAÚJO *et al.*, 2006; TABARELLI; MANTOVANI, 1999) e que ocupam, preferencialmente, ambientes abertos ou perturbados da floresta (MEDEIROS; GUIMARÃES, 2007). Isto indica que, nos fragmentos menores, a maior abertura do dossel, maior temperatura e menor umidade do ar podem estar contribuindo para a menor vazão do curso d'água e maior colonização de espécies pioneiras, modificações principais na estrutura do sub-bosque ripário dos fragmentos menores, conseqüentemente, redução, senão da presença, pelo menos em densidade, da flora tipicamente ripária.

Em síntese, verificou-se que, nos seis fragmentos analisados, há interação entre o efeito da área e da borda sobre o microclima, sendo que apenas nos fragmentos considerados grandes foi possível detectar diferenças entre os ambientes de borda e de interior. Porém, a riqueza no componente de sub-bosque não confirmou haver relação à área do fragmento. A composição florística das assembléias, por sua vez, refletiu melhor o efeito de área-borda.

REFERÊNCIAS

- ALVES-ARAÚJO, A.; ARAÚJO, D.; MARQUES, J., MELO, A.; MACIEL, J. R.; IRAPUAN, J.; PONTES, T.; LUCENA, M. D. F. D. A.; DU BOCAGE, A. L.; ALVES, M. Diversity of angiosperms in fragments of Atlantic Forest in the State of Pernambuco, northeastern Brasil. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, n. 1, p. 14-26. 2008.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG III). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p.105-121. 2009.
- ARAÚJO, F. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada pós-mineração de caulim, em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 107-116. 2006.
- ARRHENIUS, O. Species and Area. **Journal of Ecology**, v. 9, n. 1, p. 95-99. 1921.
- AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas**. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá/ MCT-CNPq, 2007. 364 p.
- BÁLDI, A. Microclimate and vegetation edge effects in a reedbed in Hungary. **Biodiversity and Conservation**, v. 8, p.1697-1706. 1999.
- BÁLDI, A. Habitat heterogeneity overrides the species–area relationship. **Journal of Biogeography**, v. 35, p. 675–681. 2008.
- BARBOSA, M. B.; BARBOSA, J. M.; BATISTA, E. A.; MANTOVANI, W.; VERONESE, S. A.; JR. R. A. Ensaio para estabelecimento de modelos para recuperação de áreas degradadas de Matas Ciliares, Mogi-Guaçu (SP). In: BARBOSA, L. M. (coord.). **Anais do Simpósio sobre Mata Ciliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 269-283.
- BENITEZ-MALVIDO, J. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. **Conservation Biology**, v. 12, p. 380-389.1998.
- BENITEZ-MALVIDO, J.; MARTINEZ-RAMOS, M. Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. **Conservation Biology**, v. 17, p. 389-400. 2003.
- BOTREL, R.T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 195-213. 2002.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo código florestal**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm. Acesso em: 12 agosto de 2010.

BROSOFSKE, K. D.; CHEN, J.; NAIMAN, R.J.; FRANKLIN, J.F. Harvesting effects on microclimatic gradients from small streams to uplands in western Washington. **Ecological Applications**, v. 7, p. 1188-1200. 1997.

BURNS, K. C.; MCHARDY, R. P.; PLEDGER, S. The small-island effect: fact or artefact? **Ecography**, v. 32, p. 269-276. 2009.

CAGNOLO, L.; CABIDOB, M.; VALLADARES, G. Plant species richness in the Chaco Serrano Woodland from central Argentina: Ecological traits and habitat fragmentation effects. **Biological Conservation**, v. 132, p. 510-519. 2006.

CAMPOS, J.B.; ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, M. C. Structure, composition and spatial distribution of tree species in a remnant of the semideciduous seasonal alluvial forest of the Upper Paraná River Floodplain. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, n. 2, p. 185-194. 2000.

CAMPOS, J. C.; LANDGRAF, P. R. C. Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 143-151. 2001.

CARDOSO-LEITE, E.; COVRE, T. B.; OMETTO, R. C.; CAVALCANTI, D. C.; PAGANI, M. I. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de mata ciliar, em Rio Claro/SP, como subsídio à recuperação da área. **Revista do Instituto Florestal**, v. 16, n. 1, p. 31-41. 2004.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CURI, N.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L.; BOTEZELLI, L. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 329-345. 2005.

CHEN, J.; FRANKLIN, J. F.; SPIES, T. A. Vegetation responses to edge environments in old-growth Douglas-fir forests. **Ecological Applications**, v. 2, p. 387–396. 1992.

CITADINI-ZANETTE, V.; BAPTISTA, L. R. M. Vegetação herbácea terrícola de uma comunidade florestal em Limoeiro, município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim do Instituto de Biociências/UFRGS**, v. 45, p. 1- 87, 1989.

CONNOR, E. F.; MCCOY, E. D. The statistics of the species–area relationship. **American Naturalist**, v. 113, p. 791–833. 1979.

COUSINS, S. A. O; AGGEMYR, E. The influence of field shape, area and surrounding landscape on plant species richness in grazed ex-fields. **Biological Conservation**, v. 141, p. 126-135. 2007.

COWEL, R. K. Estimate S 8.0: Statistical estimator of species richness and shared species from samples. 2006.

CPRH, **Diagnóstico sócio-ambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife: CPRH, 2001. 214 p.

- DAVIES-COLLEY, R. J.; PAYNE, G. W.; VAN ELSWIJK, M. Gradiente microclimático através de uma borda da floresta. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 24, n. 2, p. 111-121. 2000.
- DELAMÔNICA, P. A. Fragmentação da paisagem. *In*: OLIVEIRA, A. A. de; DALY, D. C. **As florestas do Rio Negro**. São Paulo: Schwarcz, 2000. pp. 285-289.
- DENSLOW, J.S. Disturbance and diversity in tropical rain forests: the density effect. **Ecological Applications**, v.5, n. 4, p. 962-968. 1995.
- ECHEVERRÍA, C.; COOMES, D.; NEWTON, A.; REY-BENAYAS, J. M.; LARA, A. Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape in southern Chile. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, p. 426-439. 2007.
- EWERS, R. M.; THORPE, S.; DIDHAM, R. K. Synergistic interactions between edge and area effects in a heavily fragmented landscape. **Ecology**, v. 88, p. 96-106. 2007.
- FELFILI, J. M. Dynamics of the natural regeneration in the Gama Gallery Forest in Central Brazil. **Forest ecology and Management**, v. 91, p. 235-245. 1997.
- FIDEM. **Reservas Ecológicas**. Recife: FIDEM, 1987. 108p.
- FOX, B. J.; TAYLOR, J. E.; FOX, M. D.; WILLIAMN, C. Vegetation changes across edges of rainforest remnants. **Biological Conservation**, v. 82, p. 1-13. 1997.
- GEHLHAUSEN, S. M.; SCHWARTZ, M. W.; AUGSPURGER, C.K. Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. **Plant Ecology**, v. 147, p. 21-35. 2000.
- GIGNAC, L. D.; DALE, M. R. T. Effects of fragment size and habitat heterogeneity on cryptogam diversity in the low-boreal forest of western Canada. **The Bryologist**, v. 108, n. 1, p. 50-66. 2005.
- GIGNAC, L. D.; DALE, M. R. T. Effects of size, shape, and edge on vegetation in remnants of the upland boreal mixed-wood forest in agro-environments of Alberta, Canada. **Canadian Journal of Botany**, v. 85, p. 273-284. 2007.
- GODEFROID, S.; KOEDAM, N. How important are large vs. small forest remnants for the conservation of the woodland flora in an urban context? **Global Ecology & Biogeography**, v. 12, p. 287-298. 2003.
- GOMES, J. S.; LINS E SILVA, A. C. B.; RODAL, M. J. N.; SILVA, H. C. H. Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de floresta atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 295-310. 2009.
- GREZ, A. A.; BUSTAMANTE, R. O.; SIMONETTI, J. A.; FAHRIG, L. Landscape Ecology, Deforestation, and Forest Fragmentation: the case of the Ruil Forest in Chile. *In*: SALINAS-CHÁVEZ, E.; MIDDLETON, J. **Landscape ecology as a tool for sustainable development**

in **Latin America**. 1998. Disponível em: <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>. Acesso em 11 abr. 2010.

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

HILL, J. L.; CURRAN, P. J. Species composition in fragmented forests: conservation implications of changing forest area. **Applied Geography**, v. 21, p. 157-174. 2001.

HILL, J. L.; CURRAN, P. J. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 1391-1403. 2003.

HOBBS, R.J., YATES, C. J. Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: generalising the idiosyncratic. **Australian Journal of Botany**, v. 51, p. 471-488. 2003.

IBGE. **Manual Técnico da vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE (Manuais Técnicos em Geociências), 1992. 89 p.

KALLIMANIS, A. S.; MAZARIS, A. D.; TZANOPOULOS, J.; HALLEY, J. M.; PANTIS, J. D.; SGARDELIS, P. How does habitat diversity affect the species-area relationship? **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, n. 4, p. 532-538. 2008.

LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L.; RANKIN-DE MERONA, J.; LAURANCE, S. G. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**, v. 79, p. 2032-2040. 1998.

LAURANCE W. F.; DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, S. G.; VASCONCELOS, H. L.; LOVEJOY, T.E. Rain forest fragmentation kills big trees. **Nature**, v. 404, p. 836. 2000.

LAURANCE, W.F., LOVEJOY, T.E., VASCONCELOS, H.L., BRUNA, E.M., DIDHAM, R.K., STOUFFER, P.C., GASCON, C., BIERREGAARD, R.O., LAURANCE, S.G., SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, p. 605–618. 2002.

LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, S. G.; ANDRADE, A. C.; FEARNSIDE, P. M.; RIBEIRO, J. E. L.; CAPRETZ, R. L. Rain Forest fragmentation and the proliferation of successional trees. **Ecology**, v. 87, n. 2, p. 469-482. 2006.

LAURANCE, W. F. Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 359, p. 345–352. 2004.

LAURANCE, W. F. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. **Biological Conservation**, v. 141, p. 1731-1744. 2008.

LAWESSON, J.E.; DE BLUST, G.; GRASHOF, C.; FIRBANK, L.; HONNAY, O.; HERMY, M.; HOBITZ, P.; JENSEN, L. Species diversity and area-relationships in Danish beech forests. **Forest Ecology and Management**, v. 106, p. 235-245. 1998.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP-FAPESP, 2000. pp. 33-44.

LIMA, M.L.F.C. **A reserva da biosfera da Mata Atlântica em Pernambuco – situação atual, ações e perspectivas**. Caderno 12. Gráfica do Instituto Florestal: São Paulo, 1998. 44 p.

LINS E SILVA, A. C. B. **Influência da área e da heterogeneidade de habitats na diversidade vegetal em fragmentos de floresta atlântica**. Tese (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Programa de Pós-Graduação em Ecologia. 162 p. 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. vol. 1 e 2. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2002.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 203 p.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. 1st ed. Malden, Oxford: Blackwell Science, 2004. 256 p.

MATLACK, G. R. Microenvironment variation within and among forest edge sites in the eastern United States. **Biological Conservation**, v. 66, p. 185-194. 1993.

MATTHIES, D., BRAÜER, I., MAIBOM, W., TSCHARNTKE, T. Population size and the risk of extinction: empirical evidence from rare plants. **OIKOS**, v.105, p. 481-488. 2004.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD version 4.0: Multivariate Analysis of Ecological Data - users guide**. Glaneden Beach: MJM Software Design, 1999. 237 p.

MEDEIROS, E. V. S. S.; GUIMARÃES, E. F. Piperaceae do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica**, v. 25, p. 227-252. 2007.

METZGER, J. P. Changements de la structure du paysage et richesse spécifique des fragments forestiers dans le Sud-Est du Brésil. **Comptes Rendus de L'Academie des Sciences, serie III – Sciences de La Vie**, v. 321, p. 319-333. 1998.

METZGER, J. P.; BERNACCI, L. C.; GOLDENBERG, R. Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments of different widths (SE Brazil). **Plant Ecology**, v. 133, p. 135-152. 1997.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. 1st ed. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

MÜLLER, S.C.; WAECHTER, J.L. Estrutura sinusial dos componentes herbáceos e arbustivos de uma floresta costeira tropical. **Revista brasileira de Botânica**, v. 24, n. 4, p. 395-406. 2001.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, n. 2, p. 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 Amazonica**, v. 36, n. 2, p. 183-192. 2006.

NUNES, Y. R. F.; MENDONÇA, A. V. R.; BOTEZELLI, L.; MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 213-229. 2003.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 1-16. 2005.

OLIVEIRA, M. A.; GRILLO, A. S.; TABARELLI, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. **Oryx**, v. 38, n. 4, p. 389-394. 2004.

OLIVEIRA, E. C. L.; FELFILI, J. M. Estrutura e dinâmica da regeneração natural de uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 801-811. 2005.

OLIVEIRA, M.; SANTOS, A.; TABARELLI, M. Profound impoverishment of the large-tree stand in a hyper-fragmented landscape of the Atlantic forest. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 1910-1917. 2008.

ONOFRE, F. F.; ENGEL, V. L.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies da mata atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 85, p. 39-52. 2010.

OOSTERHORN, M.; KAPPELLE, M. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican Montane Cloud Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 7, p. 385-403. 2000.

POLLOCK, M. M. NAIMAN, R. J.; HANLEY, T. A. Plant species richness in riparian wetlands - A test of Biodiversity Theory. **Ecology**, v. 79, n. 1, p. 94-105. 1998.

PRESTON, F. W. Time and space and variation of species. **Ecology**, v.41, n. 4, p. 612-627. 1960.

RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMELÄ, J.; JOENSUU, E.; SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 385-403. 1998.

- RIES, L.; FLETCHER, R. J. J.; BATTIN, J.; SISK, T. D. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models and variability explained. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, v. 35, p. 491-522. 2004.
- RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP-FAPESP, 2000. pp. 45-71.
- RODRIGUES, R. R. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP-FAPESP, 2000. pp. 91-99.
- ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, M. C. Análise florística e estrutural de florestas ripárias do alto rio Paraná, Taquaruçu, MS. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 2, p. 163-174. 2000.
- SANTOS, B. A.; PERES, C. A.; OLIVEIRA, M. A.; GRILLO, A.; ALVES-COSTA, C. P.; TABARELLI, M. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 141, p. 249-260. 2008.
- SANTOS, K. Caracterização florística e estrutural de onze fragmentos de mata estacional semidecidual da área de proteção ambiental do município de Campinas – SP. Tese (Universidade Estadual de Campinas). Instituto de Biologia. 225p. 2003.
- SANTOS, K.; KINOSHITA, L.S.; SANTOS, F.A.M. Tree species composition and similarity in semideciduous forest fragments of southeastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 135, n. 2, p. 268-277. 2007.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 5, n. 1, p. 18-32. 1991.
- SILVA, A. G.; SÁ-E-SILVA, I. M. M.; RODAL, M. J. N.; LINS E SILVA, A. C. B. Influence of edge and topography on canopy and sub-canopy of an atlantic forest fragment in Igarassu, Pernambuco state, Brazil. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, n. 1, p. 41-46. 2008.
- SILVA, H. C. H.; LINS-E-SILVA, A. C. B.; GOMES, J. S.; RODAL, M. J. N. The effects of internal and external edges on vegetation physiognomy and structure in a remnant of atlantic lowland rainforest in Brazil. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, n. 1, p. 47-55. 2008.
- SOUZA, M. C; MONTEIRO, R. Levantamento florístico em remanescente de floresta ripária no alto Rio Paraná: Mata do Araldo, Porto Rico, Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 4, p. 405-414. 2005.
- SOUZA, A. L.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; CARACIOLO, R. L. **Mata Nativa 2: Manual do usuário**. Viçosa, MG: Cientec, 2006. 295 p.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p.239-250. 1999.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 91, p. 119-127. 1999.

TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI, W. Aspectos da sucessão secundárias em floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 5, n. 1, p. 99-112. 1993.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1419–1425. 2004.

TER BRAAK, C.J.F. Ordination. In: JONGMAN, R.H.G., TER BRAAK, C.J.F., VAN TONGEREN, O.F.R. (Eds.), **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: University Press, 1995. pp. 91-173.

THE INTERNACIONAL PLANT NAMES INDEX (2010). Disponível em: <<http://www.ipni.org>>. Acesso em: 10 de novembro de 2010.

TRIANIS, K. A.; MYLONAS, M; WEISER, M. D.; LIKA, K. VARDINOYANNI, K. Species richness, environmental heterogeneity and area: a case study based on land snails in Skyros archipelago (Aegean Sea, Greece). **Journal of Biogeography**, v. 32, n. 10, p. 1727-1735. 2005.

TRINDADE, M.; LINS-E-SILVA, A. C. B; SILVA, H. P.; FIGUEIRA, S. B.; SCHESSL, M. Fragmentation of the Atlantic Rainforest in the northern coastal region of Pernambuco, Brazil: recent changes and implications for conservation. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, n.1, p. 5-13. 2008.

TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 10 de novembro de 2010.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 3, p. 231-253. 2000.

VILELA, E. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GAVINALES, M. L.; CARVALHO, D. A. Espécies das matas ciliares com potencial para estudos de revegetação no alto rio Grande, sul de Minas. **Revista Árvore**, v. 17, n. 2, p. 117-128. 1993.

VILELA, E. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; GAVILLANES, M. L. Flora arbustivo-arbórea de um fragmento de mata ciliar no Alto Rio Grande, Itutinga, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasílica**, v. 9, n. 1, p. 87-100. 1995.

WILLIAMS, C.B. **Patterns in the balance of nature and related problems in quantitative biology**. New York: Academic Press, 1964.

WILLIAMS-LINERA, G. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. **Journal of Ecology**, v. 78, p. 356-373. 1990.

WILLIAMS-LINERA; DOMINGUÉZ-GASTELÚ, V.; GARCÍA-ZURITA, M. E.
Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest.
Conservation Biology, v.12, n. 5, p. 1091-1102.1998.

YOUNG, A.; MITCHEL, N. Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented
Podocarp-broadleaf Forest in New Zeland. **Biological Conservation**, v. 67, p. 63-72. 1994.

APÊNDICE - Lista de famílias e espécies inventariadas em seis fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco e número de indivíduos registrado por espécie em cada fragmento estudado. FG= Fragmento Grande; FP= Fragmento Pequeno.

Espécie	FG1	FG2	FG3	FP1	FP2	FP3	Total
Anacardiaceae							
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	19	5	2	13	24	11	74
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	3	1	-	9	2	2	17
Annonaceae							
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	119	-	74	54	1	-	248
<i>Annona cf. montana</i> Macfad.	4	-	-	-	-	-	4
<i>Cymbopetalum brasiliense</i> (Vell.) Benth. ex Baill.	1	-	-	-	-	-	1
<i>Guatteria cf. australis</i> A. St.-Hil.	-	1	-	-	-	-	1
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	1	3	-	-	10	-	14
<i>Guatteria schomburgkiana</i> Mart.	1	-	-	1	-	-	2
<i>Guatteria</i> sp1	1	-	87	-	-	-	88
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	2	1	1	6	41	-	51
Annonaceae 7	-	-	52	-	-	10	62
Apocynaceae							
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg.	1	-	-	-	-	-	1
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	3	-	3	25	-	12	43
<i>Rauvolfia grandiflora</i> Mart. ex A.DC.	-	-	-	-	2	-	2
Aquifoliaceae							
<i>Ilex cf. sapotifolia</i> Reissek	1	1	-	1	-	8	11
<i>Ilex</i> sp1	-	5	-	-	-	2	7
Araliaceae							
<i>Scheffera morototoni</i> (Aubl.) Magari , Sleyrm & Frodim	4	2	-	-	20	4	30
Arecaceae							
<i>Bactris ferruginea</i> Burret	-	-	-	2	-	-	2
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	-	-	-	1	-	-	1
<i>Euterpe</i> sp.	-	-	4	-	-	-	4
Boraginaceae							
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	7	11	4	11	1	6	40
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	-	-	-	-	1	-	1
<i>Cordia superba</i> Cham.	-	-	-	5	-	3	8
Burseraceae							
<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.) March	8	3	-	-	-	-	11
<i>Protium giganteum</i> Engl.	3	2	-	2	-	-	7
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	66	7	4	22	1	3	103
<i>Tetragastris catuaba</i> Cunha	-	1	-	-	-	-	1
Celastraceae							
<i>Maytenus distichophyla</i> Mart. ex Reissek	3	3	-	14	-	-	20
<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	-	-	-	-	-	28	28
Chrysobalanaceae							
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	36	1	-	7	3	26	73
<i>Hirtella sprucei</i> Benth.	-	-	-	1	-	-	1
<i>Licania kunthiana</i> Hook. f.	3	-	-	-	-	-	3
<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze	-	1	-	-	-	-	1
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	2	-	-	-	-	1	3
Chrysobalanaceae 5	-	3	-	-	-	-	3

Espécie	FG1	FG2	FG3	FP1	FP2	FP3	Total
Clusiaceae							
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey	-	1	-	-	-	2	3
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	3	-	-	-	-	-	3
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	6	87	15	64	-	70	242
<i>Tovomita brasiliensis</i> (Mart.) Walp.	-	-	10	-	-	1	11
<i>Tovomita brevistaminea</i> Engl.	1	-	-	-	-	-	1
<i>Tovomita mangle</i> G. Mariz	65	-	-	-	-	1	66
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	-	1	-	-	13	10	24
Cyatheaceae							
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	-	-	-	-	7	-	7
Elaeocarpaceae							
<i>Sloania guianensis</i> (Aubl.) Benth.	2	-	8	-	-	-	10
Erythroxylaceae							
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	24	3	-	16	2	-	45
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Sw.	-	6	-	-	-	30	36
Euphorbiaceae							
<i>Chaetocarpus myrsinites</i> Baill.	-	-	-	2	-	-	2
<i>Croton selowii</i> Baill	-	-	-	-	1	-	1
<i>Mabea piriri</i> Aubl.	8	-	-	-	-	-	8
<i>Pera ferruginea</i> (Schott) Müll. Arg.	2	-	-	-	4	2	8
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	-	-	19	36	-	17	72
Fabaceae							
Caesalpinoideae							
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	8	-	-	5	-	6	19
<i>Sclerolobium densiflorum</i> Benth.	2	-	-	2	-	-	4
<i>Senna georgica</i> H.S.Irwin & Barneby	-	-	-	-	3	-	3
Fabaceae-Caesalpinoideae 2	-	-	-	1	-	-	1
Fabaceae-Caesalpinoideae 6	-	1	-	-	-	-	1
Faboideae							
<i>Andira nitida</i> Mart. ex. Benth.	2	-	-	1	2	-	5
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	1	-	-	-	3	2	6
<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	-	-	-	-	3	-	3
Fabaceae-Faboideae 14	-	-	-	-	-	7	7
Mimosoideae							
<i>Abarema cochliocarpos</i> (Gomez) Barneby & Grimes	-	-	-	1	-	-	1
<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L.Rico	1	1	-	96	5	10	113
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	-	-	-	-	26	-	26
<i>Inga capitata</i> Desv.	2	3	-	-	-	-	5
<i>Inga cayannensis</i> Sagot ex Benth.	-	2	-	5	-	3	10
<i>Inga flagelliformes</i> (Vell.) Mart.	-	-	-	1	-	-	1
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	-	5	-	-	-	-	5
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	4	12	-	35	7	-	58
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex. Walp.	6	5	-	1	2	-	14
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	1	4	1	8	-	6	20
Hernandiaceae							
<i>Sparattanthelium botocudorum</i> Mart.	1	1	-	-	-	-	2
Humiriaceae							
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Benth.	-	-	1	1	-	-	2
Lamiaceae							
<i>Aegiphila vitelliniflora</i> Klotzsch	-	-	-	1	-	-	1
Lauraceae							
<i>Ocotea gardneri</i> (Meipn.) Mez	-	-	-	2	-	1	3
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	2	1	-	-	-	-	3

Espécie	FG1	FG2	FG3	FP1	FP2	FP3	Total
<i>Ocotea limae</i> Vattimo	1	-	-	-	-	-	1
<i>Ocotea</i> sp4	1	-	-	-	-	-	1
Lecythidaceae							
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers.	80	81	15	281	12	30	499
<i>Gustavia augusta</i> L.	3	-	-	-	4	-	7
<i>Lecythis pisonis</i> (Cambess.) Miers.	-	1	-	-	-	5	6
Malpighiaceae							
<i>Byrsonima sericea</i> A.DC.	3	-	-	1	1	4	9
Malvaceae							
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	-	-	-	-	2	2	4
<i>Eriotheca crenulaticalyx</i> A.Robyns	-	-	1	-	-	-	1
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	1	-	-	-	-	-	1
<i>Pavonia malacophylla</i> (Nees & Mart.) Garcke.	-	-	-	-	25	-	25
Melastomataceae							
<i>Aciotis rubricaulis</i> (Mart. ex DC.) Triana	-	-	-	4	-	-	4
<i>Clidemia capitellata</i> (Bonpl.) D.Don	-	-	-	-	1	-	1
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	1	47	17	20	-	101	186
<i>Leandra rufescens</i> (DC.) Cogn.	-	22	-	-	-	-	22
<i>Miconia amoena</i> Triana	-	-	-	-	-	1	1
<i>Miconia cf. discolor</i> DC.	2	2	-	-	4	-	8
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	-	13	-	6	-	34	53
<i>Miconia compressa</i> Naudin	-	3	-	12	-	-	15
<i>Miconia holosericea</i> (L.) DC.	-	-	-	1	-	-	1
<i>Miconia hypoleuca</i> (Benth.) Triana	-	2	-	-	-	-	2
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	22	-	1	-	6	1	30
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	7	11	-	28	82	14	142
<i>Miconia serialis</i> DC.	9	-	-	-	3	-	12
<i>Miconia</i> sp12	-	-	-	-	1	-	1
<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D. Don ex DC.	-	-	-	-	-	14	14
Meliaceae							
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	14	16	-	9	-	-	39
Moraceae							
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	2	-	-	-	1	-	3
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	12	-	-	-	3	-	15
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	2	-	-	-	-	-	2
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	2	-	-	-	-	-	2
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	3	-	-	2	14	-	19
Myrtaceae							
<i>Calyptanthus brasiliensis</i> Spreng.	2	3	42	2	19	28	96
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	3	-	-	1	8	-	12
<i>Eugenia candolleana</i> DC.	23	-	-	-	-	-	23
<i>Eugenia florida</i> DC.	1	-	-	-	-	-	1
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	1	-	-	3	-	-	4
<i>Eugenia</i> sp3	1	-	-	-	-	-	1
<i>Eugenia</i> sp4	4	-	-	-	-	-	4
<i>Eugenia</i> sp5	-	4	-	-	-	-	4
<i>Eugenia umbrosa</i> O.Berg	1	-	-	14	-	-	15
<i>Myrcia cf. splendens</i> (Sw.) DC.	-	1	-	-	-	1	2
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	-	-	-	12	12	38	62
<i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk.	5	11	9	19	8	1	53
<i>Myrcia</i> sp3	1	2	-	-	-	-	3
<i>Myrcia</i> sp7	2	-	-	-	-	-	2
<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	-	3	-	5	2	11	21

Espécie	FG1	FG2	FG3	FP1	FP2	FP3	Total
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	-	-	-	-	-	5	5
<i>Psidium guineense</i> Sw.	-	-	-	-	1	-	1
Myrtaceae 33	2	-	-	-	-	1	3
Myrtaceae 36	-	-	-	-	-	11	11
Nyctaginaceae							
<i>Guapira nitida</i> (Schmidt) Lundell	1	3	4	1	-	7	16
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2	1	15	1	1	-	20
Ochnaceae							
<i>Ouratea castanaeifolia</i> (DC.) Engl.	-	-	-	1	-	16	17
<i>Ouratea cf. polygyna</i> Engl.	1	2	-	-	-	-	3
Phyllanthaceae							
<i>Phyllanthus juglandifolius</i> Willd.	-	-	-	46	-	-	46
Piperaceae							
<i>Piper caldense</i> C.DC.	1	5	-	2	16	-	24
<i>Piper hispidum</i> Sw.	-	-	-	-	1	-	1
<i>Piper marginatum</i> Jacq.	-	-	-	-	84	-	84
Piperaceae 3	-	2	-	-	7	-	9
Polygonaceae							
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	-	-	1	2	2	25	30
<i>Coccoloba</i> sp3	-	2	-	-	-	-	2
<i>Coccoloba</i> sp16	-	-	-	15	-	-	15
Primulaceae							
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	2	8	2	-	-	2	14
Rubiaceae							
<i>Gonzalagunia dicocca</i> Cham. & Schltl.	-	-	-	-	17	-	17
<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	1	4	-	10	-	5	20
<i>Psychotria barbiflora</i> DC.	2	7	-	7	-	-	16
<i>Psychotria bracteocardia</i> (DC.) Müll.Arg.	1	-	-	1	-	-	2
<i>Psychotria capitata</i> Ruiz & Pav.	1	-	-	-	2	-	3
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	5	162	4	13	5	29	218
<i>Psychotria erecta</i> (Aubl.) Standl. & Steyerm.	1	-	-	-	-	1	2
<i>Psychotria hoffmanseggiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll.Arg.	-	-	-	-	-	3	3
<i>Salzmannia nitida</i> DC.	-	1	-	-	-	-	1
Rubiaceae 12	-	-	2	-	-	-	2
Rubiaceae 19	1	-	-	-	-	-	1
Rutaceae							
<i>Pilocarpus cf. giganteus</i> Engl.	-	28	7	-	-	1	36
Salicaceae							
<i>Casearia javitensis</i> Humb., Bonpl. & Kunth	1	-	1	-	-	1	3
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	-	-	-	-	2	-	2
<i>Casearia</i> sp3	-	-	-	-	-	1	1
Sapindaceae							
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk.	1	-	-	-	1	2	4
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	23	-	-	-	27	14	64
<i>Cupania paniculata</i> Cambess.	-	-	-	-	4	-	4
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	-	-	4	2	-	19	25
<i>Talisia elephantipes</i> Sandwith ex Tutin	-	-	-	1	-	-	1
<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	1	-	-	-	-	-	1
Sapotaceae							
<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D.Penn.	1	1	-	-	-	-	2
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	2	7	-	-	3	-	12
<i>Pouteria</i> sp13	-	1	-	-	-	-	1

Espécie	FG1	FG2	FG3	FP1	FP2	FP3	Total
<i>Pradosia</i> sp1	2	-	-	-	-	-	2
Schoepfiaceae							
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	-	1	-	-	-	-	1
Simaroubaceae							
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	2	1	-	4	9	5	21
Siparunaceae							
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	32	-	-	-	54	-	86
Stemonuraceae							
<i>Discophora guianensis</i> Miers	3	-	-	-	-	-	3
Urticaceae							
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	1	2	1	2	8	15
Violaceae							
<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tul.	8	-	146	1	-	-	155

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos resultados apresentados neste estudo foi possível concluir que: os fragmentos encontram-se em bom estado de conservação, demonstrado pela alta riqueza do sub-bosque associada à alta similaridade entre componente e dossel; o sub-bosque de fragmentos florestais é composto principalmente por indivíduos regenerantes do dossel, que tem presença garantida na estrutura e composição do dossel florestal, devido à sua distribuição vertical uniforme; as espécies residentes do sub-bosque, por outro lado, ocorrem em dois estratos: o sub-bosque baixo, composto pelas espécies que em geral não atingem alturas superiores a 4 m, como espécies das famílias Piperaceae, Rubiaceae e Melastomataceae e o sub-bosque alto, que é intermediário entre o sub-bosque baixo e o dossel, é composto por espécies das famílias Annonaceae, Clusiaceae e Myrtaceae que não atingem, em média, alturas maiores que 10 m. Estas espécies co-existem com elevada importância tanto no sub-bosque alto e baixo e, dependente do critério de amostragem e portanto não é um bom indicador do estágio sucessional.

Verificou-se também que nos fragmentos analisados há interação entre o efeito da área e da borda sobre microclima, sendo que apenas nos fragmentos considerados grandes foi possível detectar diferenças entre os ambientes de borda e de interior. A riqueza no componente de sub-bosque não confirmou haver relação da área do fragmento e que a composição florística refletiu melhor o efeito de área-borda.

A ausência de relação entre a riqueza e diversidade das espécies registradas no sub-bosque ripário com o tamanho do fragmento florestal confirma o relatado por Turner e Corlett (1996) de que remanescentes pequenos, menores que 100 ha, podem suportar um grande número de espécies. A existência desses fragmentos em uma região onde restam apenas cerca de 4,6% da floresta original (LIMA, 1998) demonstra a relevância para a conservação e manutenção da biodiversidade regional.

Como medida de conservação em longo prazo de pequenos remanescentes florestais entremeados a fragmentos maiores, Metzger *et al.* (2009) recomendam o aumento da área dos fragmentos e a conectividade entre estes através da restauração florestal. Nesse contexto, a restauração das florestas ripárias, facilitaria os fluxos biológicos, o que leva a um trânsito maior de polinizadores e dispersores, além de maior possibilidade de trocas gênicas com áreas mais remotas (BERTANI *et al.*, 2002). Assim, manter ou melhorar as conexões entre fragmentos através da proteção, ampliação ou criação de corredores florestais pode ser um fator-chave para a conservação da diversidade de espécies em áreas intensamente

fragmentadas por atividades antrópicas (METZGER; GOLDEMBERG; BERNACCI, 1999) como é o caso da Floresta Tropical Pluvial Atlântica do extremo norte de Pernambuco, Brasil.

REFERÊNCIAS

- BERTANI, D.F.; RODRIGUES, R.R.; BATISTA, J.L.F.; SHEPHERD, G.J. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 11-23. 2001.
- LIMA, M.L.F.C. **A reserva da biosfera da Mata Atlântica em Pernambuco – situação atual, ações e perspectivas**. Caderno 12. Gráfica do Instituto Florestal: São Paulo, 1998. 44 p.
- METZGER, J. P. MARTENSEN, A. C.; DIXO, M.; BERNACCI, L. C.; RIBEIRO, M. C.; TEIXEIRA, A. M. G.; PARDINI, R. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest Region. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1166-1177. 2009.
- METZGER, J. P.; GOLDEMBERG, R. BERNACCI, L. C. Caminhos da biodiversidade. **Ciência Hoje**, v. 25, n. 146, p. 62-64. 1999.
- TURNER, I.M.; CORLETT, R.T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 330–333. 1996.