

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, n.3, p.493-501, jul.-set., 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7i3a1402

Protocolo 1402 - 27/01/2011 • Aprovado em 27/12/2011

Tânia L. da Costa^{1,3}

Diego M. do Nascimento¹

Ana C. B. Lins e Silva¹

Flávio A. M. dos Santos^{2,4}

Maria J. N. Rodal^{1,4}

Estrutura e dinâmica da vegetação em um remanescente de Floresta Atlântica/Nordeste, Brasil

RESUMO

O efeito de borda causa uma série de alterações na estrutura da vegetação, microclima, dinâmica e composição de espécies, tornando esse ambiente bastante distinto do interior. Neste trabalho, foi analisada a influência da distância do limite florestal na estrutura e dinâmica (2006 e 2009) do dossel e do sub-bosque de um fragmento com 14 ha localizado na Floresta Atlântica em Igarassu, PE. A borda externa, formada há cerca de 35 anos, foi definida do limite florestal até 50 m, o ambiente intermediário de 50 e 100 m e o interior a 150 m. Para amostragem do dossel (indivíduos com diâmetro do caule a 1,30 m do solo $\geq 4,77$ cm) foram alocadas 10 parcelas de 10 × 10 m por ambiente e do sub-bosque (indivíduos com diâmetro do caule ao nível do solo entre 0,96 cm de diâmetro do caule ao nível do solo e diâmetro do caule a 1,30 m do solo $\leq 4,77$ cm) em sub-parcelas de 5 × 5 m instaladas no vértice superior e lado esquerdo das parcelas do dossel. Os valores de densidade e área basal do dossel foram semelhantes ao longo do gradiente borda – interior, enquanto no sub-bosque foram maiores no interior. A borda do dossel teve o maior incremento médio em diâmetro e foi o único ambiente a apresentar um recrutamento (número absoluto) maior que a mortalidade. No sub-bosque houve maior recrutamento que mortalidade em todos ambientes. A distância do limite florestal não influenciou a estrutura nem a dinâmica.

Palavras-chave: dossel, efeito de borda, sub-bosque, vegetação

Vegetation structure and dynamics in a remnant of Atlantic Rainforest, Northeastern Brazil

ABSTRACT

Edge effect produces a series of modifications on vegetation structure, microclimate, dynamics and species composition, making this environment very distinct from forest interior. In this study, the influence of distance from the forest border on the structure and dynamics (2006 and 2009) of canopy and understory assemblages was analyzed in a 14 ha fragment of Atlantic Rainforest in Igarassu, PE, Brazil. The edge, formed about 35 years ago, was defined as area between the forest margins up to 50 m inwards; the intermediate environment was considered from 50 m to 100 m; and the interior environment beyond 150 m from the edge line. In order to sample the canopy (individuals with stem diameter ≥ 4.77 cm at 1.30 m from the ground) ten 10 × 10 m plots were allocated in each environment; for sampling the understory (individuals with stem diameter at ground level > 0.96 cm up to stem diameter at 1.30 m < 4.77 cm) sub-plots of 5 × 5 m were located at the apex and the left side of the canopy plots. Density and basal area of canopy were similar along the edge – interior gradient, whereas the understory had greater values in the interior. For the canopy, the edge showed the highest average increment in diameter and was the only environment to provide recruitment (absolute) higher than mortality. For the understory, in all environments, recruitment was greater than mortality. Distance from forest margins did not influence forest structure and dynamics.

Key words: Canopy, edge effect, vegetation, understory

1 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil.

Fone: (81) 3320-6324. Fax: (81) 3320-6300.

E-mail: tanieluciacosta@gmail.com;

diegoandaluz@gmail.com;

anacarol@db.ufrpe.br; mrodal@terra.com.br

2 Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Vegetal, Laboratório de Ecologia Vegetal, CEP 13083-970, Campinas-SP, Brasil.

Caixa Postal 6109. Fone: (19) 3521-6156.

Fax: (19) 3521-6168.

E-mail: fams@unicamp.br

3 Bolsista de Mestrado do CNPq

4 Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

Os estudos realizados nas últimas décadas sobre as florestas tropicais, revelaram a importância dos efeitos de área (Fahrig, 2003; Laurance, 2008) e de borda (Harper et al., 2005) na estrutura da floresta. O efeito de borda causa uma série de alterações na estrutura da vegetação, microclima, dinâmica e composição de espécies (Laurance et al., 2002), tornando este ambiente bastante distinto do interior (Nascimento et al., 2006). Segundo Harper et al. (2005) o aumento das áreas de borda pode, inclusive, comprometer os esforços de conservação da biodiversidade.

Conforme a revisão apresentada por Laurance et al. (2007) os efeitos de borda diminuem à medida em que avançam para o interior do remanescente e diversos fatores podem promover a variabilidade daquele efeito, incluindo a idade da borda, os efeitos combinados de múltiplas bordas próximas, o tamanho do remanescente, o tipo de matriz, a sazonalidade, o fluxo de animais ou de propágulos de plantas vizinhas de áreas degradadas, entre outros.

A literatura relata que o efeito de borda causa três tipos de alterações no ambiente: abióticas (alterações microclimáticas, tais como temperatura do ar, umidade do ar e do solo, déficit da pressão de vapor e intensidade de luz), bióticas diretas (densidade, estrutura, mortalidade, recrutamento, distribuição e composição de espécies) e bióticas indiretas (competição, predação, etc.) (Murcia 1995). Tais alterações causam uma série de modificações na estrutura e na composição da floresta perto da borda, as quais afetam a dinâmica da vegetação e, com o tempo, se estabelecem comunidades com composição de espécies distintas da original e da comunidade do interior dos remanescentes (Laurance et al., 2007).

De acordo com o modelo proposto por Harper et al. (2005) em bordas recém-criadas, densidade e biomassa de árvores no dossel são reduzidos enquanto no sub-bosque são aumentados e ambos possuem uma dinâmica mais rápida do que o interior do fragmento. Finalmente, a diferença entre borda e interior tende a diminuir com o tempo.

Nesta perspectiva, este trabalho teve por objetivo entender como o efeito de borda afeta a fisionomia, estrutura e dinâmica da vegetação a diferentes distâncias do limite florestal de um remanescente de floresta com 14 ha cuja borda foi formada há cerca de 35 anos. Espera-se, em função do tamanho do remanescente, que o dossel e o sub-bosque da borda apresentem densidade, área basal, riqueza e composição florística semelhantes e taxas de dinâmica similares ao longo do gradiente borda – interior.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O remanescente conhecido como Vespas com 14 ha (Figura 1) e altitude entre 45 e 105 m, representa uma cobertura de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (IBGE, 1992) localizada em propriedade da Usina São José (USJ), no município de Igarassu, Estado de Pernambuco ($7^{\circ}44'50,11''$ $7^{\circ}45'8,29''$ S, $34^{\circ}59'2,37''$ e $34^{\circ}58'45,04''$ W). A Usina possui cerca de 106 remanescentes florestais, que totalizam

76,95 km², sendo cerca de 40,4% deles menores que 10 ha, perfazendo apenas 2,1% da área total (Trindade et al., 2008). A maior parte das áreas florestais está localizada em terrenos de encosta e vales estreitos (Silva et al., 2008b). A matriz que margeia as bordas dos remanescentes é o monocultivo de cana-de-açúcar. As florestas costeiras da região, tal como as da USJ, são bastante fragmentadas e têm dossel em média com 18 a 20 m de altura.

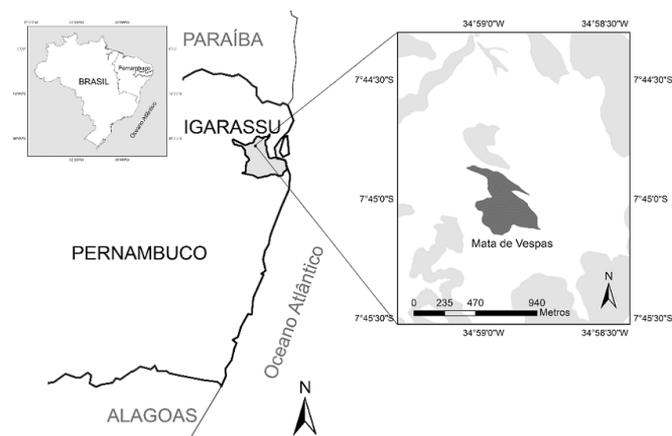


Figura 1. Localização da área de estudo (Mata de Vespas), em Igarassu, Pernambuco

Figure 1. Location of the study area (Mata de Vespas) in Igarassu, Pernambuco

O clima é classificado como AS' pelo sistema de Köppen (tropical quente e úmido), com precipitação anual de 1687 mm e temperatura média anual de 24,9 °C, entre os anos de 1998-2007 (dados coletados no posto meteorológico da USJ), com chuvas concentradas entre março e agosto. Geologicamente, a área de estudo sobre o Grupo Barreiras é de idade plio-pleistocênica, com solos predominantemente arenosos e relevo constituído de tabuleiros, que são feições de topos planos entrecortados (CPRH, 2003).

Coleta e tratamento de dados

O primeiro censo de Vespas foi realizado no primeiro semestre de 2006. A partir do limite florestal foram instalados dois transectos perpendiculares ao limite florestal de 10 × 100 m cada um, e no interior do remanescente, um transecto de 20 × 50 m, todos subdivididos em dez parcelas de 10 × 10 m para amostragem do dossel. Em um vértice de cada uma dessas parcelas (100 m²) foi estabelecida uma subparcela de 5 × 5 m para amostragem do sub-bosque (modificado de Oosterhoorn & Kappelle, 2000). A partir do estudo realizado por Silva et al. (2008b) em um remanescente de mata na Usina São José a borda foi definida como se estendendo do limite florestal até 50 m para o interior, cuja maioria dos efeitos de borda tende a desaparecer; o ambiente intermediário foi considerado entre 50 e 100 m e o do interior florestal, como áreas a mais de 150 m do limite florestal. Os transectos foram instalados com a mesma orientação com relação ao sol, mesma topografia e tipo de solo. Como dossel foram amostradas todas as plantas com perímetro do caule a 1,30 m do solo > 15 cm. Plantas do sub-bosque foram aquelas entre perímetro do caule ao nível do solo ≥ 3 cm e perímetro do caule a 1,30 do solo < 15 cm.

No segundo levantamento (primeiro semestre de 2009) foram medidos a altura e o diâmetro de todos os indivíduos amostrados em 2006 e ainda vivos em 2009 e aqueles que entraram no critério de dossel e sub-bosque.

Para os dois levantamentos foram calculados os parâmetros gerais da comunidade: densidade, área basal, diâmetro e altura medianas, utilizando-se planilha eletrônica. A análise dos parâmetros de cada ambiente nos dois tempos foi realizada pelo Teste t para amostras relacionadas. A normalidade dos dados foi testada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados homocedásticos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de um critério, complementado pelo teste t (unilateral) adotando-se o nível de significância de 0,05. Dados heterocedásticos receberam transformações logarítmicas (\log_{10}). Após transformação dos dados foi novamente calculada a normalidade e, em caso positivo, realizado o teste paramétrico ANOVA. -

Para avaliar a dinâmica do dossel e do sub-bosque lenhoso por ambiente foram calculadas as taxas de mortalidade, recrutamento e crescimento médio anual em diâmetro, através das fórmulas algébricas de taxas anuais, indicadas por Sheil et al. (1995).

A classificação das famílias seguiu APG III (2009). A grafia dos nomes científicos e a autoria das espécies seguiram a base de dados do MOBOT Trópicos (2010).

A diversidade de espécies foi calculada pelo índice de diversidade de Shannon (nats.ind^{-1}) e equabilidade de Pielou.

Para avaliar diferenças na diversidade entre os ambientes empregou-se a fórmula de Hutcheson, citada em Magurran (1988). A similaridade florística entre os três ambientes foi avaliada pelo índice de Sørensen (Magurran, 1988). Todos os cálculos foram realizados no MS Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fisionomia

A maioria dos parâmetros analisados na Tabela 1 não apresentou diferenças, seja entre os ambientes ou entre os tempos, exceto o diâmetro e a altura mediana. Entre os três ambientes o diâmetro mediano do dossel no interior foi significativamente maior ($p < 0,001$) em 2006. Em 2009 este ambiente também apresentou diferença significativa na altura mediana ($p = 0,034$). Quando comparados nos dois tempos analisados (2006 x 2009) o diâmetro foi significativamente maior no interior ($p = 0,03$) e a altura no ambiente na borda ($p = 0,002$) e interior ($p = 0,003$) (Tabela 1).

O fato de a densidade e a área basal da área de estudo serem semelhantes ao longo do gradiente borda - interior corrobora com a hipótese proposta neste trabalho. A respeito dos mecanismos causais envolvidos nesta uniformização sabe-se que, no contexto de ambientes fragmentados, a importância das bordas reside no fato dessas regulararem os fluxos (matéria, energia, organismos e informações) entre as diferentes unidades da paisagem e, assim, causarem alterações

Tabela 1. Parâmetros analisados nas amostragens (2006 e 2009) do dossel (1000 m² por ambiente) e do sub-bosque lenhoso (250 m² por ambiente) da mata de Vespas, Igarassu, Pernambuco. Letras minúsculas indicam diferenças estatísticas no mesmo ambiente em tempos diferentes. Letras maiúsculas indicam diferenças no espaço

Table 1. Parameters analyzed in samples (2006 and 2009) in the canopy (1000 m² for environment) and woody understory (250 m² for environment) of the Vespas forest, Igarassu, Pernambuco. Lowercase letters are relative of statistical differences in the same environment at different times. Capital letters indicate differences in space

Parâmetros	Borda		Intermediário		Interior	
	2006	2009	2006	2009	2006	2009
Dossel						
Número de indivíduos	159	168	154	152	112	112
Densidade (ind ha ⁻¹)	1590	1680	1540	1520	1120	1120
Área basal (m ² ha ⁻¹)	24,36	27,30	23,10	24,28	24,25	23,04
Altura mediana (m)	8,5 ^b	8,5 ^{Ba}	8,5	9 ^{AB}	10 ^b	10 ^{Aa}
Altura máxima (m)	17,0	18,0	20,0	21,0	19,0	16,0
Diâmetro mediano (cm)	7,81 ^B	7,63	8,6 ^B	7,95	11,14 ^{Aa}	9,95 ^b
Diâmetro máximo (cm)	65,63	65,89	51,67	51,34	58,72	46,79
Nº de sobreviventes		168		152		112
Nº de mortos		15		18		9
Nº de recrutas		24		16		9
Taxa de recrutamento (% ano ⁻¹)		4,80		3,35		2,61
Taxa de mortalidade (% ano ⁻¹)		3,25		4,06		2,75
Incremento em diâmetro (mm ano ⁻¹)		2,28		1,64		1,47
Sub-bosque						
Número de indivíduos	216	257	231	289	679	789
Densidade (ind ha ⁻¹)	8640 ^{Bb}	10280 ^{Ba}	9240 ^{Bb}	11560 ^{Ba}	27160 ^{Ab}	31560 ^{Aa}
Área basal (m ² ha ⁻¹)	4,59 ^{Bb}	5,90 ^{Ba}	4,35 ^{Bb}	5,35 ^{Ba}	7,55 ^{Ab}	9,11 ^{Aa}
Altura mediana (m)	2	2 ^A	1,7	1,8 ^{AB}	1,4	1,32 ^B
Altura máxima (m)	8,0	8,7	7,0	7,0	8,2	8,5
Diâmetro mediano (cm)	1,91	1,90 ^A	1,75 ^b	1,75 ^{Aa}	1,43	1,33 ^B
Diâmetro máximo (cm)	6,08	8,25	4,77	6,08	7,45	6,58
Nº de sobreviventes		195		203		593
Nº de mortos		9		28		86
Nº de recrutas		9		86		196
Taxa de recrutamento (% ano ⁻¹)		2,61		11,12		8,82
Taxa de mortalidade (% ano ⁻¹)		2,75		4,21		4,41
Incremento em diâmetro (mm ano ⁻¹)		1,47		0,38		0,21

nos processos biológicos e na composição e estrutura do ecossistema (Cadenasso et al., 2003). Os efeitos de área e borda operam paralelamente já que, quanto menor o tamanho de um remanescente florestal maior é a razão borda/área e, portanto remanescentes menores estão mais sujeitos a maiores intensidades dos efeitos de borda (Zuidema et al., 1996). Além do mais, cabe salientar que além da área e da borda a forma do fragmento também tem grande influência nos processos desencadeados pelo efeito de borda (Trindade et al., 2008).

Comprovando essas afirmações, outros trabalhos já realizados em remanescentes da USJ com cerca de 400 ha (Silva et al., 2008a; Silva et al., 2008b; Silva 2010) mostraram maior densidade na borda, distinto da área de estudo, sugerindo que a extensão do efeito de borda depende da área do remanescente uma vez que todos os citados têm a mesma história de uso, tipo de matriz e tempo de formação da borda similar (cerca de 35 anos).

No sub-bosque o interior foi distinto dos demais ambientes ($p < 0,05$) apresentando maiores valores de densidade e área basal em ambos os tempos analisados, sendo o diâmetro mediano significativamente maior em 2009 ($p=0,003$). A comparação dos ambientes em 2006 x 2009 revelou que houve diferenças em densidade e área basal, com exceção da borda e do interior, que não diferiram com relação ao diâmetro mediano ($p < 0,05$) (Tabela 1).

A maior densidade no interior nega a hipótese levantada neste trabalho. Em outros remanescentes da USJ com tamanho próximo ao da mata de Vespas, como as matas de Pezinho (29,89 ha) (Nascimento et al., 2009) e Santa Helena (11,85 ha) (Souza et al., 2011) não houve diferença entre borda e interior.

Considerando que a literatura relata que distúrbios estocásticos locais podem desencadear a expansão da densidade (Harper et al., 2005) supõe-se que a maior densidade no interior de Vespas ocorreu em função, provavelmente, de um distúrbio local que, por sua vez, favoreceu a população de *Eschweilera ovata* amostrada com um elevado número de indivíduos naquele ambiente. Vale a pena destacar que maior densidade no interior foi um comportamento generalizado nos remanescentes da Usina São José, com cerca de 400 ha (Silva et al., 2008a, Silva, 2010) ou em torno de 100 ha (Gomes et al., 2009, Mendes, 2010). Destaca-se que esses autores afirmaram não haver registro visual de corte nas áreas.

Dinâmica geral

Na amostragem geral, em 2006 foram registrados 425 indivíduos no dossel; em 2009 ocorreu o ingresso de 49 árvores ($3,70\%.\text{ano}^{-1}$), 42 mortes ($3,41\%.\text{ano}^{-1}$) e incremento médio em diâmetro de $1,84 \text{ mm}.\text{ano}^{-1}$. No sub-bosque foram, em 2006, amostrados 1.126 indivíduos com ingresso em 2009 de 344 plantas ($9,29\%.\text{ano}^{-1}$), mortalidade de 135 ($4,16\%.\text{ano}^{-1}$) e um incremento médio de diâmetro $0,41 \text{ mm}.\text{ano}^{-1}$ (Tabela 1).

A borda do dossel teve o maior incremento médio e foi o único ambiente a apresentar um recrutamento (número absoluto) maior que a mortalidade. O ambiente intermediário registrou maior mortalidade e o interior, os menores valores para esses parâmetros. Todavia, maiores considerações sobre a dinâmica das plantas do dossel da mata de Vespas são limitadas pelo também reduzido número de recrutados e mortos em

função, possivelmente, do tempo de observação. A este respeito Lewis et al. (2004) recomendam um longo período de estudo, com curtos intervalos entre os levantamentos.

No sub-bosque o recrutamento foi maior que a mortalidade, em todos os ambientes, com destaque para a borda, pelo seu menor recrutamento e mortalidade e maior incremento médio, tendo o ambiente intermediário maior recrutamento e o interior a maior mortalidade e menor incremento médio (Tabela 1). A hipótese de que o sub-bosque teria taxas de mortalidade e recrutamento semelhantes ao longo do gradiente borda – interior, foi corroborada. Além disso, remanescentes maiores estudados por Silva (2010) e Mendes (2010) também não apresentaram diferença nas taxas de mortalidade e de recrutamento, entre os ambientes.

Estrutura e dinâmica por espécies

No total, foram registradas 108 espécies em 3.750 m^2 , sendo 35 comuns ao dossel e sub-bosque, 35 apenas ao dossel e 38 apenas no sub-bosque. No dossel foram identificadas 70 espécies nos dois tempos enquanto no sub-bosque ocorreram 77 e 79 espécies em 2006 e 2009, respectivamente (Tabela 2).

No dossel o interior se distinguiu dos demais ambientes pela sua maior diversidade. Ainda neste estrato, a riqueza de espécies no interior em 2006, foi menor que em 2009; no caso do sub-bosque as diferenças foram marcantes, com maior riqueza no interior, nos dois tempos (Tabela 3).

Dentre os três ambientes a borda apresentou menor riqueza de espécies em 2006. A maior riqueza no interior nega a hipótese deste trabalho. Trata-se de um padrão encontrado em outros remanescentes da Usina São José, independente de seu tamanho (Silva et al., 2008a; Gomes et al., 2009). Tais resultados apontam que, independente do tamanho do remanescente, o ambiente interior parece ser apropriado para o estabelecimento de novas plantas, que o ambiente de borda.

Apesar do reduzido tamanho de Vespas (14 ha), seus valores de riqueza foram semelhantes aos registrados em remanescentes muito maiores (Silva et al., 2008a) provavelmente pela conectividade entre remanescentes da USJ (Trindade et al., 2008).

A análise da entrada e saída de espécies mostrou que na borda o dossel manteve o número praticamente constante, enquanto no sub-bosque houve uma entrada maior de espécies, em sua grande maioria, ausentes no dossel (Tabela 2).

Em 2006 e 2009, o dossel da borda teve dez e nove espécies restritas àquele estrato, respectivamente, enquanto no sub-bosque nove e dez foram exclusivas, a maioria com até dois indivíduos, em ambos os estratos (Tabela 2). *Pogonophora schomburgkiana* foi mais abundante nos dois estratos em 2006 mantendo-se, em 2009, no dossel, sendo substituída por *Eschweilera ovata* no sub-bosque.

No dossel do ambiente intermediário ocorreu uma saída maior de espécies enquanto no sub-bosque ocorreu um ingresso maior de espécies; a maioria foi ausente no dossel (Tabela 2). Em 2006 e 2009, o dossel e o sub-bosque concentraram 16 e seis e 13 e cinco espécies exclusivas, respectivamente (Tabela 2). Nos dois censos do ambiente intermediário *Pogonophora schomburgkiana* foi a espécie mais abundante no dossel e *Eschweilera ovata*, no sub-bosque.

Tabela 2. Espécies e famílias do dossel amostradas (1000 m² por ambiente) e do sub-bosque lenhoso (250 m² por ambiente) com seu número de indivíduos na Mata de Vespas, Igarassu, Pernambuco. A1 – borda; A2 – ambiente intermediário e A3 – interior**Tabela 2.** Canopy species and families sampled (1000 m² for environment) and woody understory (250 m² for environment), with respective number of individuals in Vespas forest, Igarassu, Pernambuco. A1 – edge, A2 – intermediary environment and A3 – interior

Família/Espécie	Dossel						Sub-Bosque					
	2006			2009			2006			2009		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Anacardiaceae	18	16	4	20	12	3	16	1	19	19	2	16
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	14	4	4	11	3	6	1	13	6	1	10
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	14	2		16	1		10		6	13	1	6
Annonaceae	1	4	1	1	2	2	4	25	56	5	32	76
<i>Anaxagorea dclihocarpa</i> Sprague & Sandwith						1		25	54	1	31	72
<i>Annona salzmannii</i> A. DC.	1											
<i>Guatteria schomburgkiana</i> Mart.		2	1			1	1		1	2	1	3
<i>Guatteria</i> sp.		2			2							
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.				1			3		1	2		1
Apocynaceae	4	8	2	4	8	2	4	1	20	4	1	24
<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.		2			2							
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll. Arg.			1			1						
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	4	6	1	4	6	1	4	1	20	4	1	24
Aquifoliaceae									1			1
<i>Ilex cf. sapotifolia</i> Reissek									1			1
Araliaceae	8	1	1	9	1	1	3			2		
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin.	8	1	1	9	1	1	3			2		
Arecaceae			3			2			3	1	4	2
<i>Bactris ferruginea</i> Burret									2	1	4	2
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.			2			2			1			
Bombacaceae												
<i>Eriotheca crenulata</i> A. Robyns				1		1						
Boraginaceae	1	1	2	2	1	3	7	2	11	5	2	10
<i>Cordia nodosa</i> Lam.							5	1	6	3	1	6
<i>Cordia superba</i> Cham.	1	1	2	1	1	2	2	1	5	2	1	4
Burseraceae	2	2		2	1	1	8	6	9	10	8	10
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	2	1		2	1	1	8	6	9	10	8	10
<i>Tetragastris catuaba</i> Cunha		1										
Celastraceae	9	5		6	4		17	12	14	24	16	16
<i>Maytenus distichophylla</i> Mart. ex Reissek	9	5		6	4		17	12	14	22	16	16
<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.										2		
Chrysobalanaceae		5			5		2	7	6	1	10	3
<i>Couepia rufa</i> Ducke.		1			1							
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.							1		5			2
<i>Hirtella sprucei</i> Benth.									1			1
<i>Hirtella</i> sp.							1	2		1	2	
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch		1			1							
Chrysobalanaceae A		2			2							
Chrysobalanaceae B		1			1			5			8	
Clusiaceae	11	3	1	10	3	1	1	6	39		9	43
<i>Clusia nemorosa</i> G. Mey	9	2	1	9	1	1						
<i>Rheedia gardeniana</i> Triana & Triana		1			1							
<i>Symphonia globulifera</i> Lf.								1	39		3	43
<i>Tovomita mangle</i> G. Mariz	1			1	1		1	5			6	
<i>Vismia guianensis</i> (A. DC.) Warb.	1											
Combretaceae	1			1								
<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R. A. Howard	1			1								
Erythroxylaceae								4	10		3	11
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St. Hil.								3	10		2	11
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Sw.								1			1	
Euphorbiaceae	35	52	11	44	59	10	54	42	58	59	51	81
<i>Chaetocarpus myrsinites</i> Bail.	2	4	3	2	4	3			2			2
<i>Pera ferruginea</i> (Schott) Müll. Arg.	3		6	3		5	1	1		1		
<i>Phyllanthus juglandifolius</i> Arg.									46			65
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	30	48	2	39	55	2	53	41	10	58	51	14
Fabaceae	20	21	16	19	19	16	15	4	132	20	7	124
<i>Abarema cochliocarpos</i> (Gomez) Bameby & Grimes									1			1
<i>Albizia pedicularis</i> (DC.) L. Rico	1	1	7	1	1	7			95			84
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	1			1			1			1		
<i>Andira</i> sp.			1			1						
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	1											
<i>Bowdichia virgiloides</i> Kunth			2			2	1			2		
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	14	11		13	10		5			7		
<i>Inga cayannensis</i> Saqot ex Benth.			2			2	1		5	1		4
<i>Inga thibaudiana</i> DC.							1		24	3		26

Continua...

Tabela 2. Continuação

Table 2. Continuation

Família/Espécie	Dossel						Sub-Bosque					
	2006			2009			2006			2009		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Caesalpinioideae A												
Caesalpinioideae B	1	1		1	1				1			1
Caesalpinioideae C			1			1						
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex. Walp.		1			1				1			1
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	1	1		1	1		5		5	5		7
<i>Sclerobium densiflorum</i> Benth.		6	1		5	1		4				7
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	1		1	1		1	1			1		
<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke			1			1						
Humiriaceae	6			6				2				2
<i>Sacoglottis matogrossensis</i> Benth.	6			6				2				2
Lauraceae							1			2		
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez							1			1		
<i>Ocotea limae</i> Vatimo										1		
Lecythidaceae	24	10	36	27	11	34	47	93	188	64	111	238
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers.	24	10	33	27	11	32	47	93	188	63	111	237
<i>Lecythis pisonis</i> (Cambess.) Miers.			3			2				1		1
Malpighiaceae	6	3	5	2	2	5						
<i>Byrsonima sericea</i> A.DC.	6	3	5	2	2	5						
Malvaceae			1			1						
<i>Luehea paniculata</i> Mart.			1			1						
Melastomataceae	1	4	14	3	5	14	5	5	32	4	6	35
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	1	3	8	2	4	10		1	5		1	8
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.									6	1		5
<i>Miconia holosericea</i> (L.) DC.		1	1		1	1			1			1
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.							1					
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.			5	1		3	4	4	20	3	5	21
Meliaceae		3	1		3	1			7			9
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.		3			3				7			9
Meliaceae 1			1			1						
Moraceae	2	1		2	1		2	4	2	2	4	2
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber							1	3		1	3	
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.		2	1		2	1						
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.							1	1	2	1	1	2
Myristicaceae		1			1							
<i>Virola gardneri</i> (A.DC.) Warb.		1			1							
Myrtaceae	5	5	3	6	5	4	13	11	30	13	15	33
<i>Calyptanthes brasiliensis</i> Spreng.									2			1
<i>Eugenia candolleana</i> DC.		1			1							
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.								1		1	1	
<i>Eugenia umbrosa</i> O.Berg		1		1	1	1	1	1	11	1	1	13
<i>Eugenia</i> sp.1							1	1		1	1	
<i>Eugenia</i> sp.2			1			1						
<i>Eugenia</i> sp.3	2	2		2	2		3			1		
<i>Eugenia</i> sp.4	1			1								
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.			1			1						
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O.Berg							1			1		
Myrtaceae A										1		
Nyctaginaceae	2			2			7		2	10		2
<i>Guapira nitida</i> (Schmidt) Lundell	2			2			6		1	9		1
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz							1		1	1		1
Ochnaceae	1		1			1	1	3	1			2
<i>Elvasia</i> cf. <i>tricarpeolata</i> Sastre						1						
<i>Ouratea castaneaefolia</i> (DC.) Engl.									1			2
<i>Ouratea</i> cf. <i>polygyna</i> Engl.							1	3			2	
Polygonaceae	2		4	2		4			16		1	24
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	2		4	2		4			1		1	1
<i>Coccoloba</i> sp.									15			23
Rubiaceae									15	4		19
<i>Alseis pickelii</i> Pilg. & Schmale												1
<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult									4	4		4
<i>Psychotria barbiflora</i> DC.									4			7
<i>Psychotria bracteocarpa</i> (DC.) Müll.Arg.									1			1
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.									6			6
Salicaceae	2	2	1	1	2	1	3	1		2	2	
<i>Casearia javitensis</i> Humb., Bonpl. & Kunth							1			1	1	
<i>Casearia</i> sp.	2	2	1	1	2	1	2	1		1	1	
Sapindaceae		4	4		5	5	6	2	2	6	2	2
<i>Cuparia paniculata</i> Cambess.			1			1						

Continua...

Tabela 2. Continuação

Table 2. Continuation

Família/Espécie	Dossel						Sub-Bosque					
	2006			2009			2006			2009		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
<i>Cupania racemosa</i> (Vel.) Radlk.		4	1		5	1	6	2	1	6	2	1
<i>Talisia elephantipes</i> Sandwith ex Tutin						1				1		1
Sapindaceae A			2			2						
Sapotaceae		1										
<i>Pouteria</i> sp.		1										
Simaroubaeae									4			4
<i>Simarouba amara</i> Aubl.									4			4
Verbenaceae									1			1
<i>Aegiphila vitelliflora</i> Klotzsch									1			1
Violaceae									1		1	1
<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tul.									1		1	1
Total geral indivíduos	159	153	112	167	151	112	216	231	679	257	289	789

Tabela 3. Índices de diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J') em dois levantamentos (2006 e 2009) na mata de Vespas, Igarassu, Pernambuco. A1 - Borda, A2 - ambiente intermediário e A3 - Interior. Letras minúsculas indicam diferenças estatísticas no mesmo ambiente em tempos diferentes. Letras maiúsculas indicam diferenças no espaço

Table 3. Shannon diversity index (H') and evenness (J') in two surveys (2006 and 2009) in the Vespas forest, Igarassu, Pernambuco. A1 - Edge, A2 - intermediary environment and A3- Interior. Lowercase letters are relative of statistical differences in the same environment at different times. Capital letters indicate differences in space

	Dossel						Sub-Bosque					
	2006			2009			2006			2009		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Shannon (H', nats./ind.)	2,84 ^b	2,88	2,95 ^a	2,81 ^b	2,76 ^b	3,08 ^a	2,74 ^b	2,22 ^c	2,83 ^a	2,73 ^a	2,30 ^b	2,78 ^a
Equabilidade de Pielou (J')	0,81	0,78	0,81	0,79	0,75	0,82	0,74	0,65	0,72	0,72	0,64	0,70
Número de espécies	33	40	38	34	38	42	40	31	52	45	36	54

Em geral, o interior teve maior número de espécies exclusivas, tanto no dossel como no sub-bosque (Tabela 2). As espécies mais abundantes nos dois estratos foram *Eschweilera ovata* e *Pogonophora schomburgkiana* (Tabela 2).

No dossel, o maior recrutamento ocorreu na borda para *Pogonophora schomburgkiana*. A mortalidade foi semelhante entre os ambientes, com destaque para *Byrsonima sericea* na borda, *Tapirira guianensis* no ambiente intermediário e *Eschweilera ovata* no interior. Essa espécie teve maiores taxas de dinâmica no sub-bosque, em função de seu maior recrutamento e mortalidade, seguida de *P. schomburgkiana*.

O dossel dos três ambientes tem composição florística semelhante (índices de Sørensen variando de 45% entre borda e ambiente intermediário a 55,6% entre ambiente intermediário e interior). No sub-bosque a composição florística também foi similar entre os ambientes (índices de Sørensen variando de 60% entre borda e ambiente intermediário a 52% entre o ambiente intermediário e o interior).

A semelhança florística entre os ambientes (>45%) corrobora com a hipótese desse estudo. Esta elevada similaridade aponta que a composição de espécies é mais homogênea em remanescentes menores, como o da área de estudo, que em maiores como, por exemplo, a área estudada por Silva (2010), com cerca de 400 ha, em que aquele valor cai para, no máximo 27%. Supõe-se, então, que o efeito de borda e de área leva a uma homogeneização maior na composição de espécies em remanescentes menores, como a área de estudo. Neste sentido, Zanne & Chapman (2005) e Bodin et al. (2006) argumentam que menores áreas tendem a ter menor heterogeneidade de habitats e consequente menor número de espécies em função da menor variedade do

habitat físico (luz, água, etc.) e, ainda, que o efeito de área em remanescentes pequenos tende a levar a maiores taxas de extinção estocástica, em virtude da redução do tamanho das populações.

CONCLUSÕES

O dossel de fragmentos da USJ menores que 100 ha, já não apresenta diferenças entre borda e interior, em termos de densidade, a área basal e a riqueza de espécies. Trata-se de um padrão distinto do relatado em remanescentes com cerca de 400 ha, em que, para aqueles parâmetros, houve diferenças borda - interior. Concluiu-se, assim, que a extensão do efeito de borda depende da área do remanescente e que em fragmentos menores que 100 ha já não há mais núcleo e o efeito de borda pode estar se estendendo para todo o fragmento; todavia, no que se refere ao sub-bosque a resposta ao efeito de borda indica haver diferenças entre borda e interior, qualquer que seja o tamanho do fragmento, o que aponta para a necessidade de mais estudos neste componente.

LITERATURA CITADA

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, n.2, p.105-121, 2009. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x/pdf>>. 12 Jul. 2011. doi:10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x.

- Bodin, Ö.; Tengö, M.; Norman, A.; Lundberg, J.; Elmqvist, T. The value of small size: loss of forest patches and ecological thresholds in southern Madagascar. *Ecological Applications*, v. 16, n.2, p.440-451, 2006. <<http://www.esajournals.org/doi/full/10.1890/1051-0761%282006%29016%5B0440%3ATVOSSL%5D2.0.CO%3B2>>. 15 Dez. 2010. doi:10.1890/1051-0761(2006)016[0440:TVOSSL]2.0.CO;2
- Cadenasso, M.L.; Pickett, S.T.A.; Weathers, K.C.; Jones, C.H. A framework for a theory of ecological boundaries. *BioScience*, v. 53, n.8, p.750-758, 2003. <<http://www.jstor.org/stable/10.1641/0006-3568%282003%29053%5B0750%3AAFFATO%5D2.0.CO%3B2>>. 10 Jan. 2011. doi:10.1641/0006-3568(2003)053[0750:AFFATO]2.0.CO;2.
- Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH. Diagnóstico socioambiental do litoral norte de Pernambuco. Recife: CPRH, 2003. 43p.
- Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v. 34, p.487-515, 2003. <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/30033783.pdf?acceptTC=true>>. 10 Jan. 2011.
- Gomes, J.S.; Lins-e-Silva, A.C.B.; Rodal, M.J.N.; Silva, H.C.H.S. Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco. *Rodriguésia*, v. 60, n.2, p.295-310, 2009. <http://rodriguesia.jbrj.gov.br/FASCICULOS/rodrig60_2/05-078-07.pdf>. 05 Jan. 2011.
- Harper, K.A.; Macdonald, E.; Burton, P.J.; Chen, J.; Brososke, 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. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2005.00045.x/full>>. 07 Jan. 2011. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00045.x.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Manuais técnicos em Geociências, 1ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p.
- Laurance, W.F. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation*, v.141, p.1731-1744, 2008. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320708001845>>. 28 Dec. 2010. doi:10.1016/j.biocon.2008.05.011.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E.; Vasconcelos, H.L.; Bruna, E.M.; Didham, R.K.; Stouffer, P.G.C.; Bierregaard, R.O.; Laurance, S.G.; Sampaio, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology*, v. 16, n.3, p. 605-618, 2002. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1523-1739.2002.01025.x/full>>. 07 Jan. 2011. doi:10.1046/j.1523-1739.2002.01025.x.
- Laurance, W.F.; Nascimento, H.E.M.; Laurance, S.G.; Andrade, A.; Ewers, R.M.; Harms, K.E.; Luizão, R.C.C.; Ribeiro, J.E. Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape-divergence hypothesis *PLoS ONE*, v.2, n.10, e1017, 2007. <<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0001017#ack>>. 16 Jan. 2011. doi:10.1371/journal.pone.0001017.
- Lewis, S.L.; Phillips, O.L.; Sheil, D.; Vinceti, B.; Baker, T.R.; Brown, S.; Graham, A.W.; Higuchi, N.; Hilbert D.W.; Laurance, W.F.; Lejoly, J.; Malhi, Y.; Monteagudo, A.; Vargas, P.N.; Sonké, B.; Nur-Supardi, M.N.; Terborgh, J.W.; Martínez, R.V. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. *Journal of Ecology*, v. 92, p. 929-944, 2004. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0022-0477.2004.00923.x/full>>. 11 Jan. 2011. doi:10.1111/j.0022-0477.2004.00923.x.
- Magurran, A. E. *Ecological Diversity and Its Measurement*. London: Croom Helm, 1988. 179 p.
- Mendes, P.G.A. Efeito de borda na dinâmica do dossel e sub-bosque em um fragmento de mata úmida em Igarassu, PE, Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. 45p. Dissertação Mestrado.
- MOBOT. Missouri Garden. 2010. <<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx>>. 16 Ago. 2010.
- Murcia, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 10, n.2, p. 58-62, 1995. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534700889776#>>. 18 Jan. 2011. doi:10.1016/S0169-5347(00)88977-6.
- Nascimento, D.M.; Guerra, T.N.F.; Souza, J.A.N.; Rodal, M.J.N.; Lins-e-Silva, A.C.B. Dinâmica do sub-bosque na borda e interior de um Fragmento de Mata Atlântica, Igarassu/PE. In: Congresso Nacional de Botânica, 60., 2009, Feira de Santana. Anais... Feira de Santana: UEFS, 2009. CD Rom.
- Nascimento, H.; Andrade, A.; Camargo, J.; Laurance, W.F.; Laurance, S.G.; Ribeiro, J. Effects of the surrounding matrix on tree recruitment in Amazonian forest fragments. *Conservation Biology*, v. 20, n.3, p. 853-860, 2006. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2006.00344.x/full>>. 05 Dec. 2010. doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00344.x.
- Oosterhoorn, M.; Kappelle, M. Vegetation responses along an interior-edge-exterior gradients in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology and Management*, v. 126, n.3, p. 291-307, 2000. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112799001012>>. 05 Jan. 2011. doi:10.1016/S0378-1127(99)00101-2.
- Sheil, D.; Burslem, D.F.R.P.; Alder, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology*, v. 83, n.2, p.331-333, 1995. <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/2261571.pdf>>. 05 Jan. 2011.
- 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 structure of an Atlantic Forest Fragment in Igarassu, Pernambuco State, Brazil. *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability*, v. 2, special issue 1, p.41-46, 2008a.
- Silva, H.C.H.; Lins-e-Silva, A.C.B.; Gomes, J.S.; Rodal, M.J.N. The effect 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, special issue 1, p. 47-55, 2008b.

- Silva, M.A.M. Efeito de borda na estrutura e dinâmica de um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. 49 p. Dissertação Mestrado.
- Souza, U.M.; Lins e Silva, A.C.B.; Rodal, M.J.N. Efeito de borda na dinâmica do sub-bosque lenhoso em um fragmento de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 11., 2011, Recife. Anais... Recife: UFRPE, 2011. CD Rom.
- Trindade, M.B.; Lins-e-Silva, A.C.B.; Silva, H.P.; Figueira, S.B.; Schessel, 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, special issue 1, p.5-13, 2008.
- Zanne, A.E. ; Chapman, C.A. Diversity of woody species in forest, treefall gaps, and edge in Kibale National Park, Uganda. *Plant Ecology*, v. 178, n.1, p.121-139, 2005. <<http://www.springerlink.com/content/uhm2p874r4180286/fulltext.pdf>>. 21 Dec. 2010. doi:10.1007/s11258-004-2562-z.
- Zuidema, P.A.; Sayer, J.A.; Dijkman, W. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. *Environmental Conservation*, v. 23, n.4, p. 290-297, 1996. <http://journals.cambridge.org/abstract_S037689290003914X>. 03 Jan. 2011. doi:10.1017/S037689290003914X.