
ECOLOGIA

ANDRÉ ANTONIO VASCONCELOS

**O EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NO
RECRUTAMENTO E ESTRUTURA POPULACIONAL DE
QUATRO ESPÉCIES ARBÓREAS ABUNDANTES NA
AMAZÔNIA CENTRAL**

Rio Claro

2009



ANDRÉ ANTONIO VASCONCELOS

O EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NO RECRUTAMENTO
E ESTRUTURA POPULACIONAL DE QUATRO ESPÉCIES
ARBÓREAS ABUNDANTES NA AMAZÔNIA CENTRAL

Orientador: Dr. José Luís Campana Camargo (INPA – PDBFF)

Supervisor: Dra. Leila Cunha de Moura

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio
Claro, para obtenção do grau de Ecólogo.

Rio Claro

2009

634.9 Vasconcelos, André Antonio
V331e O efeito da fragmentação florestal no recrutamento e
estrutura populacional de quatro espécies arbóreas abundantes
na Amazônia Central / André Antonio Vasconcelos. - Rio
Claro : [s.n.], 2009

50 f. : il., figs., gráfs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia)
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências
Orientador: José Luís Campana Camargo

1. Florestas. 2. Estabelecimento de plântulas. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Dedico este trabalho aos meus pais,

Miguel e Laiz,

pelo orgulho de ser filho

destes maravilhosos pais.

Agradecimentos

Primeiramente devo agradecer aos meus pais e meu irmão por todo o apoio e confiança depositada. Vocês são meus exemplos. Meu objetivo de vida é honrá-los. Devo agradecer também com bastante carinho ao meu orientador Dr. José Luís Campana Camargo por ter me recebido desde o início de toda a jornada, sempre me dando suporte e apoio. E à toda equipe atual e ex-equipe do Guia de Plântulas e Propágulos da Amazônia

Ao Prof. Dr. Marco Antonio de Assis por todo o carinho e co-orientação (não oficialmente). À minha supervisora e professora Dra. Leila Cunha de Moura. Devo não só agradecer, mas parabenizar o Fábio (Morcego), Aloysio (Bebê) e à Dalila por todos os trabalhos que desenvolveram e desenvolvem e por toda humildade e boa vontade que sempre dispuseram.

Às minhas duas irmãzinhas pernambucanas Janaína e Úrsula e meu irmãozinho capixaba Gêangelo que me apoiaram em campo, no laboratório, na identificação botânica e principalmente na formação pessoal. Ao Márcio (Baiano), Emília, Brunão, Rubim e Andressa por todo o apoio e amizade conquistada em Manaus. Ao abençoado parceiro Marcelo, o qual foi um companheiro sensacional de muitas aventuras e muita, muita estrada. Aos mateiros, na verdade, especialistas em campo, João de Deus, Alex, Zé Adailton, Léo Marajó, Osmaíldo, seu Cardoso, Júnior e João Batista. E também à toda equipe do PDBFF, principalmente a Ana Andrade, Adriane Pantoja, Rosely, Carlos (Machu Picchu) e ao Dr. Willian Laurance por ter cedido uma parte dos dados do Projeto.

Em especial à Isabella Cruz Fagundes. Uma pessoa que tenho muita admiração e carinho, que me apoiou em todos os momentos do meu trabalho e de boa parte da minha vida. Sem você não teria tanta força e coragem para me aventurar ao Norte do país. Infelizmente os destinos estão se distanciando, mas a admiração sempre permanecerá.

À todos da Turma da Ecologia 2005, por todos os momentos maravilhosos que passamos juntos. Em especial aos irmãos de coração Yuri, Eduardo Pacífico e Élson. Não posso deixar também de citar aqueles que contribuíram e acompanharam o desenvolvimento deste trabalho, como o Daniel (Jaboti), Marina, Márcia Sayuri, Ivo, Hélio e José Carmelo (Charilo). À todos da turma da Ecologia 2006, os quais me receberam da melhor maneira

possível. Todos vocês transformaram este André (Santos) em uma pessoa muito mais madura e consciente. Este trabalho também é de vocês. Muito Obrigado!

Devo agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram muito para o desenvolvimento deste trabalho, como o Omelete, Albert, Fábio (Fabião), Sarinha e Eduardo (Chubaquinha) que agüentaram tantas perguntas e discussões as quais foram esclarecendo muitas coisas. Assim como o Eduardo (Dudu), Paul, André (Ganso), Léo, Gabi, Carol (Potas), Regina, Naiá e muitos outros.

Não posso esquecer-me de agradecer à outra pessoa muito especial, Carolina Sales Pacheco, que em pouco tempo contribuiu muito com meu trabalho, com minha felicidade e com minha formação. Você é realmente especial. E também ao Délcio Fernandes por me agüentar e ter que escutar tanto de Ecologia.

À muitos professores da UNESP, como ao Prof. Miguel Petreire, Prof. Maria José, Prof. Leila Cunha, Prof. Vera Scatena, Prof. Maria Cristina e ao Prof. Jairo Rueda. Infelizmente não posso agradecer a todos, pois parece haver um descaso muito grande de alguns perante aos alunos de graduação.

Com certeza não citei muitas pessoas que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Peço desculpa, pois ficaria muito feio os agradecimentos maior que o trabalho inteiro.

Pedir paz sem justiça é utopia.
Pois, a guerra é inevitável para
quem vive do lado desfavorável.

Mv Bill

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
Área de estudo.....	11
Histórico Fitodemográfico.....	13
Seleção das espécies.....	13
Espécies estudadas.....	14
Delineamento amostral.....	21
Análises estatísticas.....	23
RESULTADOS.....	25
<i>Eschweilera wachenheimii</i>	25
<i>Mabea speciosa</i>	29
<i>Hevea guianensis</i>	30
<i>Scleronema micranthum</i>	33
Análise conjunta.....	36
DISCUSSÃO.....	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

INTRODUÇÃO

A Amazônia Brasileira abriga 40% de toda a floresta remanescente no mundo (LAURANCE *et al* 2001). Este bioma, além de abrigar uma alta biodiversidade, desempenha serviços ambientais em escala mundial, como regulação climática e preservação de grandes extensões de água doce, mas ainda é alvo constante de perturbações antrópicas (LAURANCE & BIERREGAARD 1997; PRIMACK & RODRIGUES 2001). Nas últimas décadas a fronteira agrícola na Amazônia Brasileira tem se expandido consideravelmente, principalmente o aumento de áreas destinadas ao cultivo de soja e à pecuária. A construção de hidrelétricas e a reconstrução e pavimentação de rodovias, como a BR-163 (Cuiabá - Santarém) e a BR-319 (Manaus - Porto Velho), que facilita a entrada de grileiros na região, também tem contribuído com a devastação de muitas áreas, principalmente devido ao aumento na especulação da terra (FEARNSIDE 2006).

Todos estes fatores transformam paisagens antes dominadas por florestas contínuas em áreas florestais fragmentadas. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em 2007 foi desmatado aproximadamente 11,5 mil km² de florestas maduras na Amazônia e em 2008 o desmatamento chegou a quase 12 mil km². Já em 2009, desde o início do ano até o mês de junho, foram desmatados cerca de 1200 km², sendo aproximadamente 60% desmatamentos por corte raso e 30% por degradação florestal de intensidade alta, categorias caracterizadas pelo INPE, como áreas com predomínio de solo exposto e/ou áreas extensas com cicatrizes de incêndio florestal (INPE 2009).

A fragmentação florestal aumenta a vulnerabilidade de comunidades florestais arbóreas a distúrbios (LAURANCE *et al.* 2009). Estudos têm comprovado que a fragmentação produz mudanças severas na composição e estrutura da comunidade de árvores (LAURANCE *et al.* 1998a; LAURANCE *et al.* 2006a), associadas aos distúrbios causados pela fragmentação florestal em curto prazo, como alterações microclimáticas e perda de habitats (CAMARGO &

KAPOS 1995), efeitos negativos na germinação de sementes (BRUNA 1999), e alterações em processos fundamentais para a manutenção de espécies, como a polinização, dispersão e consumo de sementes (AIZEN & FEINSINGER 1994; CORDEIRO & HOWE 2003; WRIGHT *et al.* 2007). Estas modificações acarretam em reduções ou aumento no número de indivíduos reprodutivos e, conseqüentemente, no número de indivíduos recrutados (LAURANCE *et al.* 2002; 2003).

Estudos de longa duração têm demonstrado que há uma tendência de aumento nas taxas de mortalidade e recrutamento de espécies arbóreas dentro de fragmentos florestais, que por sua vez acelera a taxa de substituição de indivíduos (LAURANCE *et al.* 1998b; TABARELLI *et al.* 1999; LAURANCE *et al.* 2009). Porém, na maioria dos estudos, estas tendências são baseadas em padrões encontrados para a comunidade, e não para os padrões ao nível populacional. Poucos estudos que abordam populações registram respostas diferenciadas das espécies aos efeitos da fragmentação (LAURANCE *et al.* 2002). Algumas espécies apresentam um aumento na densidade de suas populações enquanto que para outras há uma diminuição (NASCIMENTO & LAURANCE 2006), conseqüentemente as áreas de florestas fragmentadas, em geral são dominadas por espécies mais generalistas e que requerem pequenas áreas para o estabelecimento de suas populações (LAURANCE *et al.* 2006b).

Nos trópicos, a maioria das espécies arbóreas possui baixa densidade populacional (OLIVEIRA & MORI 1999), por isso a elevada taxa de mortalidade, queda na taxa de reprodução e queda no recrutamento de indivíduos presentes nos fragmentos florestais podem resultar em extinção local de espécies florestais, sobretudo àquelas de estádios sucessionais mais tardios.

A riqueza da comunidade de plântulas de espécies arbóreas na Amazônia Central é maior em florestas contínuas do que em florestas fragmentadas (BENÍTEZ-MALVIDO & MARTÍNEZ-RAMOS 2003), e também há uma redução direcional na densidade de plântulas, decrescendo de fragmentos maiores para menores (BENÍTEZ-MALVIDO 1998). Este mesmo padrão também foi encontrado em florestas fragmentadas do Quênia, com uma queda de 75% na regeneração de espécies não pioneiras dentro de fragmentos (GITHIRU *et al.* 2002). A regeneração natural, o estabelecimento de plântulas e o recrutamento vão determinar, a médio e longo prazo, a composição florestal dos fragmentos. A redução na taxa de recrutamento dentro de fragmentos florestais é o principal fator que promove a extinção local de populações de plantas (SILVA & TABARELLI 2000). Portanto alterações nos processos citados acima

podem provocar alterações na estrutura e na composição das comunidades arbóreas e comprometer a manutenção das mesmas.

Em síntese, estas modificações causadas pela fragmentação florestal estão relacionadas a dois principais fatores: aos efeitos de borda e aos efeitos de tamanho de área (NASCIMENTO & LAURANCE 2006). Nas florestas tropicais de Gana, o efeito de área foi o principal determinante para o número e composição de espécies em fragmentos florestais (HILL & CURRAN 2003). Na Amazônia Central, resultados de estudos desenvolvidos no âmbito do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) têm comprovado que as taxas de extinção de espécies estão negativamente correlacionadas com o tamanho do fragmento (LAURANCE *et al.* 2002), que por sua vez corrobora, por analogia, com a teoria de biogeografia de ilhas (MAC ARTHUR & WILSON 1967). Entretanto, outros estudos realizados na mesma área, enfatizam que as mudanças na riqueza de espécies e na densidade de alguns grupos de plantas causados pela fragmentação florestal, estão mais relacionadas aos efeitos de borda do que aos efeitos de área (LAURANCE *et al.* 2006b; NASCIMENTO & LAURANCE 2006).

Todavia, os efeitos de área e de borda estão intimamente relacionados, sendo que quanto menor o tamanho de um fragmento maior é a razão borda/área e, portanto fragmentos de menor tamanho estão mais sujeitos a intensidades maiores dos efeitos de borda. Os efeitos de borda são mais pronunciados em áreas recém-fragmentadas, apresentando mudanças drásticas na luminosidade, umidade relativa e na temperatura do ar (KAPOS *et al.* 1997), por outro lado alterações causadas pelo efeito de área ocorrem em uma longa escala de tempo, acarretando em extinções locais de espécies raras, principalmente em organismos fixos e de grande longevidade, como no caso de espécies arbóreas (NASCIMENTO *et al.* 2006). Além disso, elementos que caracterizam a paisagem, como a matriz que circunda os fragmentos e a distância destes até alguma área de floresta contínua também exerce importância fundamental na composição de espécies e manutenção das populações dentro dos fragmentos (NASCIMENTO *et al.* 2006; LAURANCE & VASCONCELOS 2009)

Nas florestas de terra firme da Amazônia Central apesar de existirem em média 280 espécies arbóreas por hectare (OLIVEIRA 1997) cerca de 20 % dos indivíduos pertencem a apenas 20 espécies (CAMARGO 2004), o que confirma a raridade típica da maioria das espécies arbóreas em florestas tropicais. Contudo, os padrões de recrutamento de plântulas em situação de fragmentação florestal são ainda pouco estudados e estudos com essa abordagem

são importantes para ampliar o entendimento se os padrões de recrutamento e estabelecimento de plântulas podem afetar em médio e longo prazo a composição arbórea de tais áreas.

Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram identificar possíveis alterações no estabelecimento de plântulas e na estrutura populacional de quatro espécies arbóreas em uma situação de fragmentação florestal e investigar se o efeito da área dos fragmentos exerce alguma influência sobre tais padrões.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado em nove reservas florestais: três fragmentos florestais de 1 ha, três fragmentos de 10 ha e três reservas de floresta contínua. Todas as reservas estão localizadas à aproximadamente 80 km ao Norte da cidade de Manaus (AM), no Distrito Agropecuário da Zona Franca, que abriga um complexo de áreas de estudo do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais – PDBFF (INPA – STRI). Estas áreas foram decretadas ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico) PDBFF pela Presidência da República em decreto publicado no D.O.U. em 6/11/1985. O PDBFF cobre uma extensa área, cerca de 1000 km², circundada por florestas contínuas nos lados Norte, Leste e Oeste.

No início dos anos 1980, nesta área, foram abertas três fazendas (Dimona, Porto Alegre e Esteio) para criação de gado, através do corte raso e queima de floresta madura (BIERREGAARD *et al.*, 1992). Em meio à nova área de pastagem foi planejada a permanência, de fragmentos florestais de três diferentes tamanhos (1, 10 e 100 ha), os quais estão isolados até os dias de hoje. Estes fragmentos estão localizados entre 70 e 700 m de distância da floresta contínua mais próxima. No final dos anos 1980 e principalmente no início da década de 1990, alguns setores das fazendas foram abandonados, onde cresceram florestas secundárias dominadas por árvores dos gêneros *Cecropia* (Urticaceae) e *Vismia* (Clusiaceae), que caracterizam a matriz circundante aos fragmentos (MESQUITA *et al.* 2001).

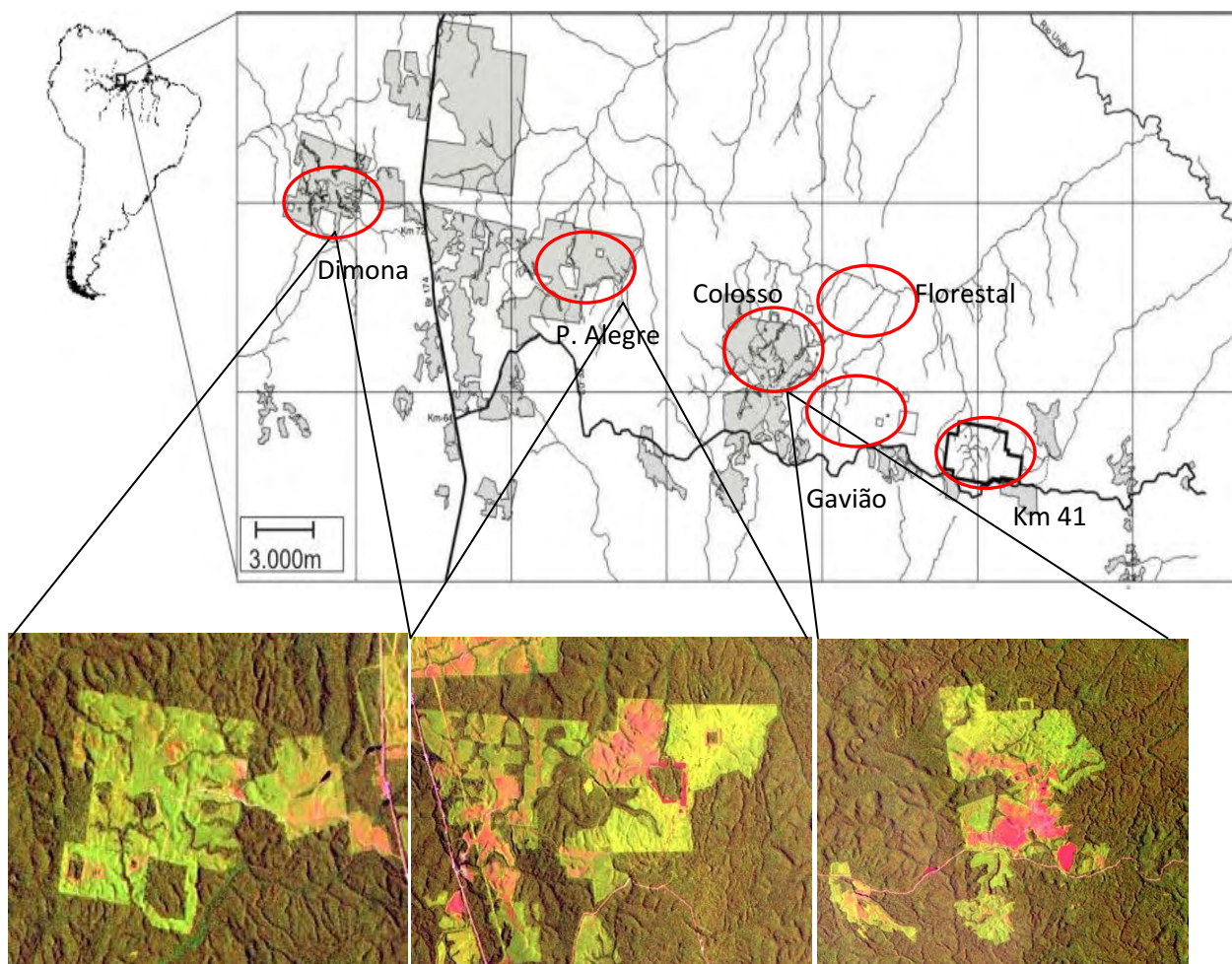


Figura 1: Mapa e Imagens de satélite (Landsat) da área experimental do PDBFF, que compreende três fazendas: Dimona, Porto Alegre e Esteio. Verde-escuro corresponde a áreas de floretas contínuas, verde-claro de florestas secundários (antigas pastagens) e vermelho representa pastagens ativas ou áreas com solo exposto.

A vegetação local é composta por floresta de terra firme com dossel que varia de 30 a 37 m de altura, com árvores emergentes de até 55 m (LOVEJOY & BIERREGAARD 1990). A elevação altitudinal média na região é de 100-150 m acima do nível do mar, o relevo é ondulado e caracterizado por três compartimentos geomorfológicos: áreas de platô, caracterizado por possuir relevo plano, solo bem profundo e com textura argilosa; vertentes, com relevo inclinado e solo argiloso nas partes mais altas e arenosos nas partes mais baixas; e baixios, situados em planícies aluviais ao longo dos igarapés com solo arenoso e encharcado (RIBEIRO *et al* 1999). A pluviosidade anual varia entre 1900 e 2500 mm, com uma estação seca pronunciada que vai de junho a outubro e caracterizada por precipitações menores de 100 mm/mês. Os solos são ácidos, altamente intemperizados e muito pobres em nutrientes como P, Ca e K (CHAUVEL *et al.* 1987).

Histórico Fitodemográfico

Desde o início dos anos 1980 um levantamento fitodemográfico periódico vem sendo feito nas áreas do PDBFF, com os objetivos de inventariar a diversidade arbórea, entender a dinâmica da floresta e determinar as conseqüências ecológicas causadas pela fragmentação florestal. Este estudo monitora mais de 55 mil árvores em períodos regulares de quatro a seis anos, em um total de 69 parcelas permanentes de 1 ha, sendo 39 ha localizadas em reservas de florestas fragmentadas e 30 ha localizadas em florestas contínuas. Todas as árvores (≥ 10 cm de DAP) dentro destas parcelas foram marcadas, medidas, mapeadas e identificadas. Em cada novo censo, é verificada a mortalidade e a sobrevivência das árvores e todos os indivíduos são medidos novamente. Árvores que atingem 10 cm de DAP são incorporadas no inventário e consideradas recrutas.

Seleção das espécies

Para este estudo foram selecionadas as espécies florestais *Eschweilera wacheinheimii* (Benoist) Sandwith. (Lecythidaceae), *Hevea guianensis* Aubl. (Euphorbiaceae), *Mabea speciosa* Mull. Arg. (Euphorbiaceae) e *Scleronema micranthum* Ducke (Malvaceae), com base em pesquisas de longo prazo por Camargo e colaboradores (dados não publicados), realizadas na mesma área de estudo, em que é comparada a fenologia reprodutiva de 18 espécies arbóreas abundantes em áreas de florestas contínuas e fragmentadas. De acordo com este estudo, as espécies apresentaram comportamentos distintos em relação à probabilidade de reprodução dependendo de onde se localizam.

H. guianensis e *S. micranthum* apresentaram uma tendência de aumento na proporção de indivíduos reprodutivos nos fragmentos, enquanto que indivíduos de *E. wacheinheimii* e *M. speciosa* apresentaram uma tendência de redução da probabilidade de reprodução nas mesmas áreas florestais fragmentadas. Baseado nestas tendências, as quatro espécies foram separadas em dois grupos e foram levantadas as hipóteses que as espécies do grupo 1, *E. wacheinheimii* e *M. speciosa* provavelmente apresentam uma menor abundância de indivíduos jovens e plântulas nas áreas de florestas fragmentadas, sendo portanto o estabelecimento dos indivíduos destas espécies prejudicados pela fragmentação florestal. Enquanto que para as espécies do grupo 2, *H. guianensis* e *S. micranthum*, é esperado encontrar maior abundância

de plântulas e indivíduos jovens nos fragmentos, onde indivíduos destas espécies podem ter encontrado um ambiente mais propício para seu estabelecimento.

Além dos indivíduos das espécies selecionadas apresentarem evidências fenológicas de que estão sendo afetados de maneiras distintas pela fragmentação florestal, outros critérios utilizados para esta seleção, foram à alta densidade e à ampla distribuição destas espécies em todas as áreas de estudo.

Espécies Estudadas

Eschweilera wachenheimii (Benoist) Sandwith

Planta de porte arbóreo característica de sub-dossel, encontrada na Amazônia Central e Guianas (RIBEIRO *et al.* 1999), conhecida popularmente como matamatá-mirim. É uma espécie tipicamente encontrada em florestas maduras. Em média são encontrados 18 ind./ha, o que a caracteriza como a segunda espécie mais abundante na área (CAMARGO 2004). Começam a se reproduzir quando atingem aproximadamente 20 cm de DAP, apresentando um padrão reprodutivo bi-anual ou supra-anual, florescem no período de setembro a dezembro e a maturação dos frutos ocorre entre os meses de dezembro a maio (CAMARGO *et al.* 2008). A polinização provavelmente é realizada por abelhas. Seus frutos são do tipo pixídios de pericarpo lenhoso, em média com 3 cm de comprimento, 3 cm de largura, 2,8 cm de abertura opercular e com um peso de 16 g. Em geral, os frutos possuem de uma a duas sementes, as quais possuem em média 2 cm de comprimento, 1,5 cm de largura, 1 cm de espessura e pesam em média 1,7 g. Possuem um arilo carnoso atrativo à fauna (CAMARGO *et al.* 2008), sendo que a dispersão de sementes é feita por macacos, roedores e provavelmente por morcegos e grandes aves (KOHLENER 2000; BOYLE 2008). A germinação de sementes em viveiros ocorre em aproximadamente 20 dias, formando plântulas com germinação hipógea com cotilédones não evidentes (criptocotiledonar) (CAMARGO *et al.* 2008).

Mabea speciosa Mull. Arg.

Espécie de porte arbóreo muito pouco estudada. Tipicamente encontrada no sub-bosque de florestas maduras, em áreas de platô, vertente e baixio, distribuídos na Amazônia e Guianas (RIBEIRO *et al.* 1999). Possui um porte menor do que as outras espécies estudadas, atingindo no máximo 30 cm de DAP e 20 m de altura. Apresenta uma densidade média, na área de estudo, de 7 ind./ha. (CAMARGO 2004). Entram na fase reprodutiva quando atingem cerca de 15 cm de DAP, apresentando um padrão reprodutivo bi-anual a supra-anual, florescem no período de setembro a novembro e a maturação dos frutos ocorre nos meses de novembro a março (CAMARGO dados não publicados). As sementes são dispersas por macacos (BOYLE 2008) e provavelmente por outros animais, mas ainda pouco se sabe sobre a dispersão de sementes desta espécie.

Hevea guianensis Aubl.

Espécie de porte arbóreo que ocupa o dossel de áreas de platô, vertente e baixio, distribuídas ao norte da calha do rio Negro, e Guianas (RIBEIRO *et al.* 1999), conhecida popularmente como seringueira-vermelha. Os indivíduos adultos encontrados na área de estudo atingem até 50 cm de DAP, com densidades médias de 4 ind./ha (CAMARGO 2004). Começam a se reproduzir quando atingem aproximadamente 15 cm de DAP, sendo uma espécie de reprodução geralmente anual (RANKIN-DE-MERONA & ACKERLY 1987). Florescem nos meses de junho a novembro e a maturação dos frutos ocorre no período de dezembro a março (CAMARGO *et al.* 2008). A polinização é feita por dípteros noturnos (RANKIN-DE-MERONA & ACKERLY 1987). Os frutos possuem em média 3,6 cm de comprimento, 4,7 cm de largura, 4,6 cm de espessura e pesam em média 35 g. São do tipo cocário com até três sementes, os quais ficam pêndulos nos ramos e dessecam naturalmente na árvore. As sementes possuem em média 1,5 cm de comprimento, 1,5 cm de largura, 1,3 cm de espessura e pesam em média 1,5 g (CAMARGO *et al.* 2008). Aparentemente não possuem nenhum atrativo à fauna. A dispersão de sementes ocorre por explosão e as sementes podem ser lançadas até cerca de 10 m da árvore matriz. A germinação de sementes em viveiro ocorre em aproximadamente 15 dias, formando plântulas através de germinação hipógea com cotilédones sem reservas e criptocotiledonares (CAMARGO *et al.* 2008).

Scleronema micranthum Ducke.

Espécie de porte arbóreo que ocupa o dossel da floresta ou podem ser emergentes. É encontrada em áreas de platô, vertente e baixios no Amazonas (RIBEIRO *et al.* 1999), conhecida popularmente como cardeiro. Ocorre em florestas maduras, sendo classificada como uma espécie de alta plasticidade (TANAKA & VIEIRA 2006). A densidade média para a área de estudo é de 9 ind./ha (CAMARGO 2004). Começam a se reproduzir quando atingem 20 cm de DAP, sendo uma espécie de reprodução anual (RANKIN-DE-MERONA & ACKERLY 1987). Florescem praticamente o ano inteiro (CAMARGO *et al.* 2008) e a maturação dos frutos ocorre principalmente nos meses de setembro a abril, época chuvosa na região de Manaus (ALENCAR *et al.* 1979). A polinização é feita por mariposas e morcegos (VAN DULMEN 2001). O fruto é muito grande, em média tem 7,2 cm de comprimento, 7,2 cm de largura, 6,2 cm de espessura e um peso médio de 156 g. É do tipo anficarpo, de pericarpo seco, com uma a duas sementes também bastante grandes. As sementes em média possuem 5,6 cm de comprimento, 5,4 cm de largura, 4,4 cm de espessura, pesando em média 89 g (CAMARGO *et al.* 2008). A dispersão é realizada por antas, porcos, cutias, cutiaras, pacas e por pequenos mamíferos como marsupiais e também roedores. A germinação de sementes pode ocorrer logo depois da dispersão ou até cinco meses depois de cair da planta-mãe (LUIZE 2006). A plântula possui germinação hipógea com cotilédones com reservas e visíveis (fanerocotiledonar) (CAMARGO *et al.* 2008).

A identificação botânica das espécies foi realizada com a utilização do “Guia de Propágulos e Plântulas da Amazônia” (CAMARGO *et al.* 2008), pela comparação com os espécimes depositados na coleção de referência do subprojeto Guia (PDBFF/ CPST – INPA) e com a ajuda de mateiros experientes (para-botânicos) em campo.



Figura 2: *Eschweilera wachenheimii*: A) frutos no ramo; B) Plântula; C) semente; D) fruto.
Fotos: Isolde Ferraz.



Figura 3: *Mabea speciosa*: A) frutos no ramo; B) semente e parte do fruto aberto; C) frutos;
Fotos: Isolde Ferraz.



Figura 4: *Hevea guianensis*: A) fruto no ramo; B) Plântula; C) semente; D) fruto em processo de abertura. Fotos: Isolde Ferraz.



Figura 5: *Scleronema micranthum*: A) fruto no ramo; B) Plântula; C) frutos; D) semente em processo de germinação. Fotos: Isolde Ferraz.

Delineamento Amostral

Para verificar se a fragmentação florestal e o efeito de área afetam o estabelecimento de plântulas e estrutura populacional das quatro espécies, foi quantificado o número de plântulas e indivíduos jovens (arvoretas) em 72 parcelas de 4 x 50m (200 m²). Foram montadas 24 parcelas dentro de três fragmentos de 1 ha, sendo oito parcelas em cada fragmento, 24 parcelas em três fragmentos de 10 ha, sendo também oito parcelas em cada fragmento e 24 parcelas em 3 reservas de floresta contínua (totalizando 0,16 ha amostrados por área e 0,48 ha por tratamento). Todos os indivíduos das quatro espécies entre 0,3 e 1,5 m de altura, classificados neste estudo como plântulas, foram quantificados e medidos, e todos os indivíduos jovens de 1 a 10 cm de DAP encontrados dentro das parcelas foram contados e medidos o DAP e altura. O critério de inclusão estabelecido para a amostragem de indivíduos jovens foi baseado nos métodos de amostragem empregados no levantamento fitodemográfico realizado pelo PDBFF. Para as plântulas, o critério de inclusão foi arbitrário, apenas sendo estabelecido que fossem amostrados indivíduos maiores que 30 cm de altura para facilitar a identificação das mesmas.

As parcelas foram sorteadas apenas dentro das áreas amostradas pelo sub-projeto Fitodemográfico - PDBFF, que trabalha com parcelas de 1 ha dentro dos fragmentos de diferentes tamanhos e também nas florestas contínuas. Os fragmentos de 1 ha são inteiramente amostrados pelo sub-projeto, porém as áreas amostradas nos fragmentos de 10 ha variam, sendo amostrados 3 parcelas (3 ha) no fragmento Dimona, 5 parcelas (5 ha) no fragmento Porto Alegre (fragmentos localizados nas fazendas de mesmo nome), e 9 parcelas de 1 ha no fragmento Colosso (localizado na fazenda Esteio), como ilustrado nas figuras 2 e 3. Para as florestas contínuas as parcelas deste estudo também foram sorteadas dentro das parcelas do sub-projeto Fitodemográfico, que amostra 3 ha na reserva do Km 41, 3 ha na reserva Gavião e 5 ha na reserva Florestal. Todas as parcelas amostradas dentro das reservas de floresta contínua estão alocadas em locais de floresta madura, em locais não muito distantes dos fragmentos amostrados.

Os dados de abundância de adultos das quatro espécies, para as nove reservas estudadas, foram compilados do mesmo projeto citado acima. Portanto, a área amostral empregada para os indivíduos adultos é diferente das mencionadas para as plântulas e arvoretas. Para os adultos, a área amostral foi de 1 ha por reserva e 3 ha por tratamento. No caso dos fragmentos de 10 ha e nas florestas contínuas que possuem mais de uma parcela de 1

ha amostrada, a abundância de adultos utilizada para este trabalho foi o valor médio entre as parcelas amostradas em cada área.

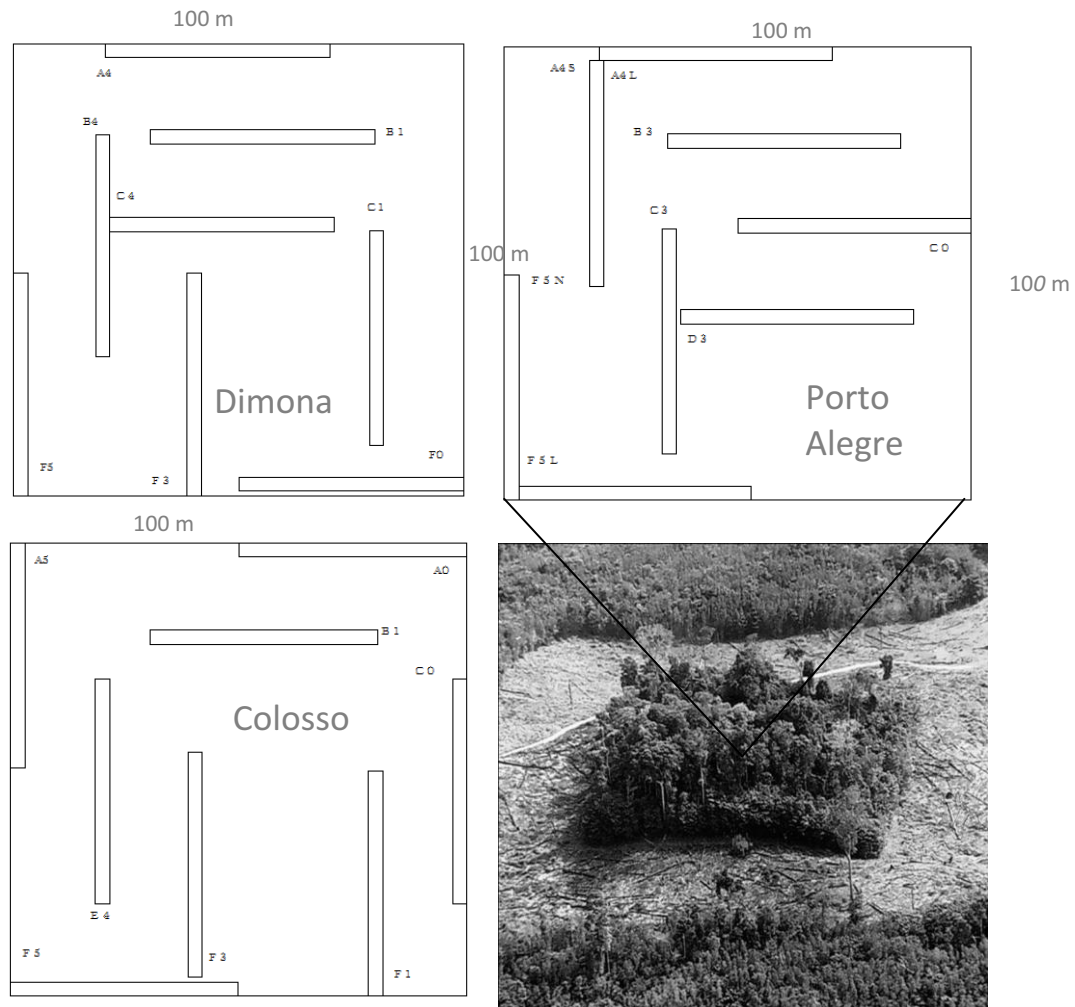


Figura 6: Croquis da distribuição das parcelas nos fragmentos de 1 ha e foto aérea do fragmento de 1 ha da reserva Porto Alegre, localizado na fazenda de mesmo nome.

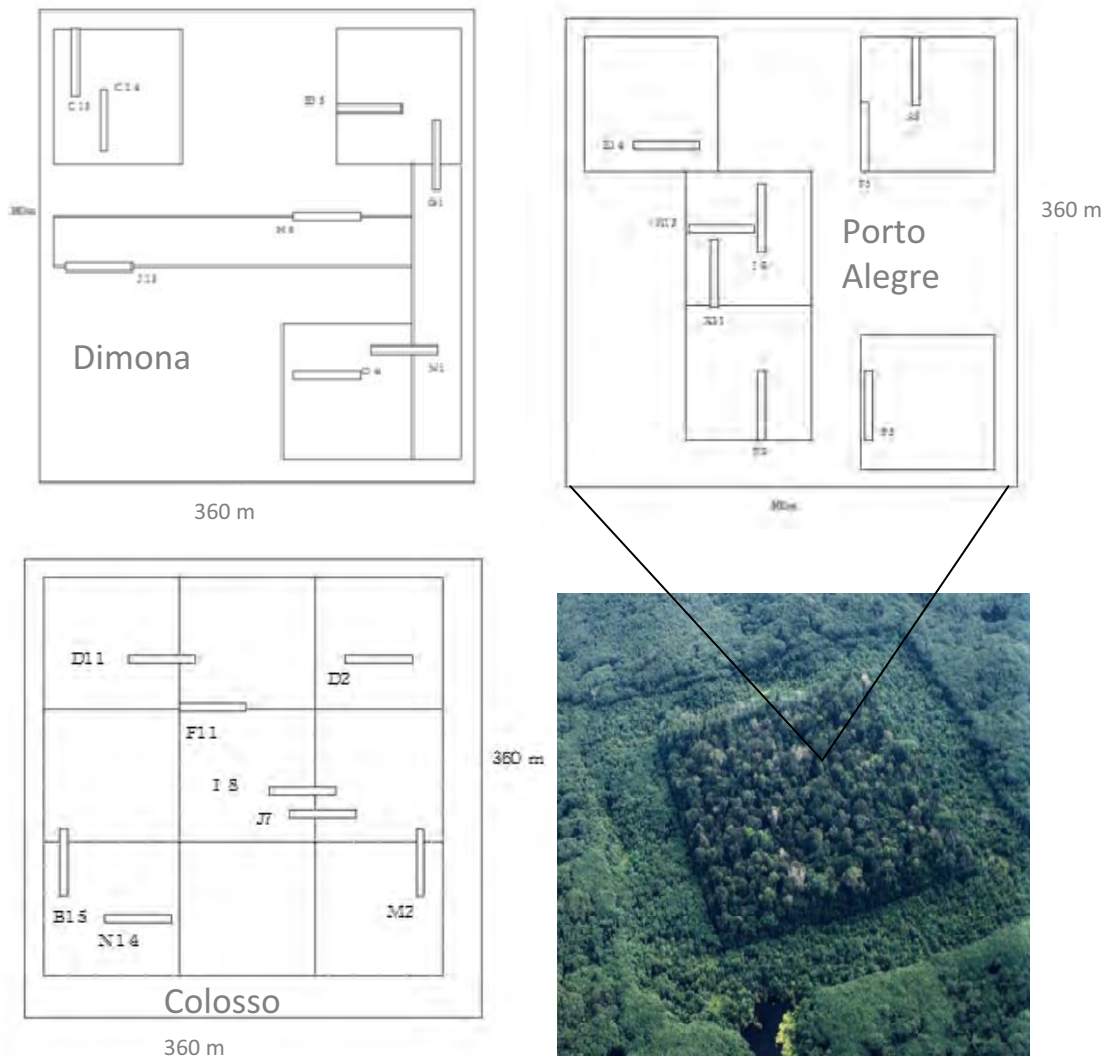


Figura 7: Croquis da distribuição das parcelas nos fragmentos de 10 ha e foto aérea do fragmento de 10 ha da reserva Porto Alegre. Os quadrados maiores dentro dos croquis são as parcelas de 1 ha do sub-projeto Fitodemográfico.

Análises Estatísticas

Abundância de indivíduos

Os valores de abundância de plântulas das áreas de mesmo tamanho (réplicas) foram somados e os totais de cada tratamento foram comparados entre si, utilizando o teste de frequência Qui-Quadrado, a fim de verificar diferenças nas abundâncias entre as áreas de diferentes tamanhos. Os mesmos processos e análises foram também aplicados, separadamente, para os indivíduos jovens (arvoretas) e para os adultos. Todo este procedimento foi realizado para cada espécie individualmente.

Para verificar se as abundâncias de plântulas das espécies estudadas respondem igualmente às alterações causadas pela fragmentação florestal, foi montada uma tabela de contingência com os totais (somatório das três réplicas) de plântulas encontradas para cada espécie por tratamento. Os dados desta tabela foram comparados entre si através do teste de frequência Qui-quadrado, utilizando o coeficiente de contingência. Os resíduos desta análise foram comparados para verificar se realmente é possível distinguir as espécies em grupos. Este procedimento foi repetido, com a mesma finalidade, para a classe de tamanho das arvoretas e também para os adultos.

Estrutura populacional

Para analisar a estrutura populacional das espécies, o número de plântulas e arvoretas foram estimados para 1 ha. Os indivíduos de cada espécie foram divididos em seis classes de tamanho de DAP (classes diamétricas), e os mesmos intervalos de classe foram utilizados para as populações dos três diferentes tratamentos. Os indivíduos foram separados nas seguintes classes: plântulas, 1-10 cm; >10-20cm; >20-30 cm; >30-40 cm e > 40 cm de DAP. Foram construídos histogramas de frequência com a média de indivíduos encontrados em cada tratamento para avaliar como os indivíduos estavam distribuídos entre as classes de tamanho determinadas.

Posteriormente, as estruturas de tamanho foram comparadas através do teste de Kolmogorov-Smirnov, para verificar a ocorrência de variações na estrutura das populações entre os tratamentos.

Relação entre adultos e plântulas

Foram realizadas regressões entre os valores de abundância de adultos e de plântulas (estimados para 1 ha) para cada espécie para verificar se o número de adultos teve algum efeito na abundância de plântulas. Este procedimento pode ajudar a compreender se diferenças encontradas entre as abundâncias de indivíduos nos diferentes tratamentos podem ser explicado pela fragmentação florestal, ou simplesmente por um efeito de sítio relacionado à densidade de indivíduos adultos daquelas espécies. Inicialmente esta análise foi realizada separadamente para cada espécie, posteriormente as espécies foram analisadas conjuntamente.

Para todos os testes foi estabelecido um nível de significância de $p < 0,05$, e todos foram realizados no programa R 2.8.1.

RESULTADOS

Eschweilera wachenheimii

E. wachenheimii apresentou a maior abundância de adultos, com um total de 184 indivíduos adultos distribuídos diferentemente entre os tratamentos (ver Tabela 1), a segunda maior densidade de plântulas, 104 no total, e a segunda maior densidade de arvoretas, com um total de 69 indivíduos nesta classe de tamanho.

Tabela 1: Abundâncias totais (somatório das oito parcelas) de plântulas, arvoretas e indivíduos adultos de *E. wachenheimii* em todas as áreas analisadas. Dimona, Porto Alegre e Colosso são os nomes dados aos fragmentos. Gavião, Florestal e Km 41 são os nomes dados às reservas de floresta contínua amostradas.

Área	Local	Plântula	Arvoreta	Adulto
Fragmento de 1 ha	Dimona	15	6	34
	Porto Alegre	10	4	30
	Colosso	1	1	13
	Total	26	11	77
	Média	8,67 (± 7,1)	3,67 (± 2,5)	25,67 (± 11,2)
Fragmento de 10 ha	Dimona	8	8	20
	Porto Alegre	13	14	17
	Colosso	11	6	16
	Total	32	28	53
	Média	10,67 (±2,5)	9,33 (± 4,2)	17,67 (± 2,2)
Floresta contínua	Gavião	12	17	31
	Florestal	19	5	20
	Km 41	15	8	3
	Total	46	30	54
	Média	15,33 (± 3,5)	10,00 (± 6,2)	18,00 (± 14,1)

As populações presentes na floresta contínua e nos fragmentos de 1 ha apresentaram uma tendência ao padrão J invertido, com maior concentração de indivíduos nas primeiras classes de tamanho e uma diminuição gradual nas classes subseqüentes (ver figura 8). Nos

fragmentos de 10 ha as populações também tenderam ao J invertido, porém a queda entre as duas primeiras classes foi menos acentuada que nas outras duas áreas. Não foi encontrado diferenças significativas na distribuição dos indivíduos por classe de tamanho entre os fragmentos de 1 ha e a floresta contínua ($D=0,3333$; $p=0,8928$), assim como também não houve diferenças entre os fragmentos de 10 ha e a floresta contínua ($D=0,1667$; $p=0,9999$) e entre os fragmentos de 1 e 10 ha ($D=0,3333$; $p=0,8928$).

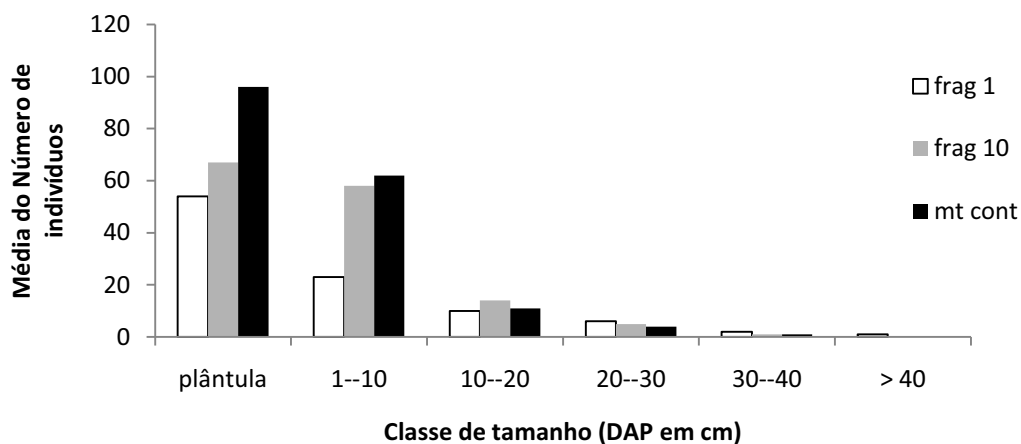


Figura 8: Histograma de frequência da média do número de indivíduos de *E. wachenheimii* por classe diamétrica, nos fragmentos de 1 (frag 1), de 10 ha (frag 10) e na floresta contínua (mt cont).

A abundância de plântulas diferiu significativamente entre os tratamentos ($X^2=6,08$; GL. 2; $p=0,0479$), apresentando um padrão em que o número de plântulas é positivamente associado com o tamanho da área (Figura 9). Apesar do número de plântulas ser maior nos fragmentos de 10 ha do que nos fragmentos de 1 ha parece não haver diferenças significativas entre os dois diferentes tamanhos, apenas entre os dois tamanhos de fragmentos para a floresta contínua. Houve uma grande variabilidade na abundância de plântulas entre os três fragmentos de 1 ha, principalmente devido ao fragmento Colosso, onde foi encontrado apenas uma plântula. Essa variabilidade entre os fragmentos de 1 ha também foi observada quando se analisou a abundância de arvoretas e de adultos. A abundância de arvoretas de *E. wachenheimii* seguiu o mesmo padrão encontrado para as plântulas, com reduções nas abundâncias decrescendo da floresta contínua para os fragmentos de menor tamanho (ver figura 9). Verificou-se que a abundância de arvoretas nos fragmentos de 10 ha e na floresta contínua são similares, sendo significativamente maiores que a abundância encontrada nos fragmentos de 1 ha ($X^2=9,47$; GL. 2; $p=0,0087$).

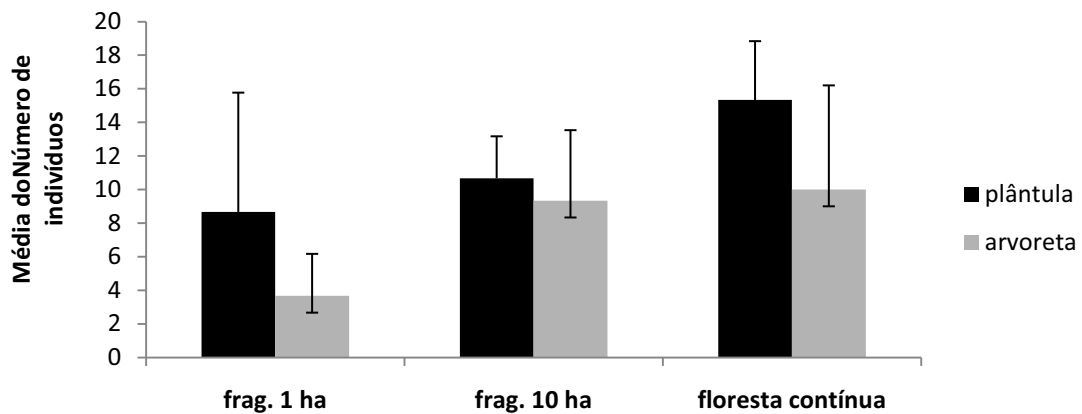


Figura 9: Abundância total de plântulas e arvoretas de *E. wachenheimii* para todos os tratamentos.

O número de indivíduos adultos foi maior nos fragmentos de 1 ha e exatamente igual para os fragmentos de 10 ha e floresta contínua, porém não houve diferenças significativas entre os três tratamentos ($X^2=5,72$; GL. 2; $p=0,0573$). O simples fato de que certas áreas possuem naturalmente maior abundância de adultos do que em outra não implica que as mesmas terão também maior abundância de plântulas, pois, para este caso, não foi encontrado nenhuma relação significativa entre o número de adultos e o número de plântulas encontrado ($F\text{-ratio}=0,109$; GL. 8; $p=0,751$)(ver figura 10). Existe uma leve relação positiva entre abundância de adultos e plântulas nos fragmentos de 1 ha, porém quando as áreas são analisadas juntas esta relação torna-se insignificante.

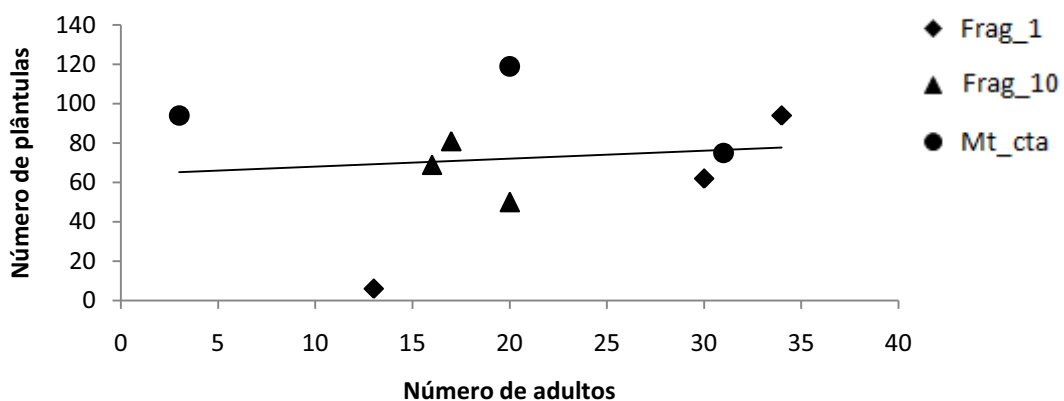


Figura 10: Regressão entre o número total de indivíduos adultos e de plântulas de *E. wachenheimii* encontrados em cada fragmento de 1 ha, de 10 ha e nas reservas de floresta contínua.

Mabea speciosa

No total foram encontrados 245 plântulas, 76 arvoretas e 62 indivíduos adultos de *M. speciosa*, distribuídos entre os três diferentes tamanhos (Tabela 2). Dentre as quatro espécies, esta foi a que apresentou a maior abundância de plântulas nos fragmentos de 10 ha e na floresta contínua e a segunda maior abundância nos fragmentos de 1 ha. Além disso, esta espécie apresentou também a maior abundância de arvoretas encontrada nos fragmentos de 1 ha e na floresta contínua.

Tabela 2: Abundância total (somatório das oito parcelas) de plântula, arvoreta e indivíduo adulto de *M. speciosa* em todas as áreas analisadas. Dimona, Porto Alegre e Colosso são os nomes dados aos fragmentos. Gavião, Florestal e Km 41 são os nomes dados às reservas de floresta contínua amostradas.

Área	Local	Plântula	Arvoreta	Adulto
Fragmento de 1 ha	Dimona	22	9	16
	Porto Alegre	25	6	3
	Colosso	4	1	2
	Total	51	16	21
	Média	17,00 (± 11,4)	5,33 (± 4,0)	7,00 (± 7,8)
Fragmento de 10 ha	Dimona	9	7	11
	Porto Alegre	16	7	5
	Colosso	64	11	7
	Total	89	25	23
	Média	29,67 (± 29,9)	8,33 (± 2,3)	7,57 (± 3,1)
Floresta contínua	Gavião	26	18	12
	Florestal	67	13	3
	Km 41	12	4	3
	Total	105	35	18
	Média	35,00 (± 28,6)	11,67 (± 7,1)	6,13 (± 5,1)

Esta espécie possui um porte consideravelmente menor que as demais, sendo que todos os indivíduos adultos encontrados estão agrupados em uma única classe de diâmetro (10 a 20 cm de DAP). As populações analisadas nos três tratamentos apresentaram a mesma distribuição dos indivíduos em classes diamétricas ($D=0,1429$; $p=0,9999$), todas com predominância de indivíduos na primeira classe e uma redução marcante de indivíduos nas classes seguintes, caracterizando um padrão de distribuição em J invertido (Figura 11).

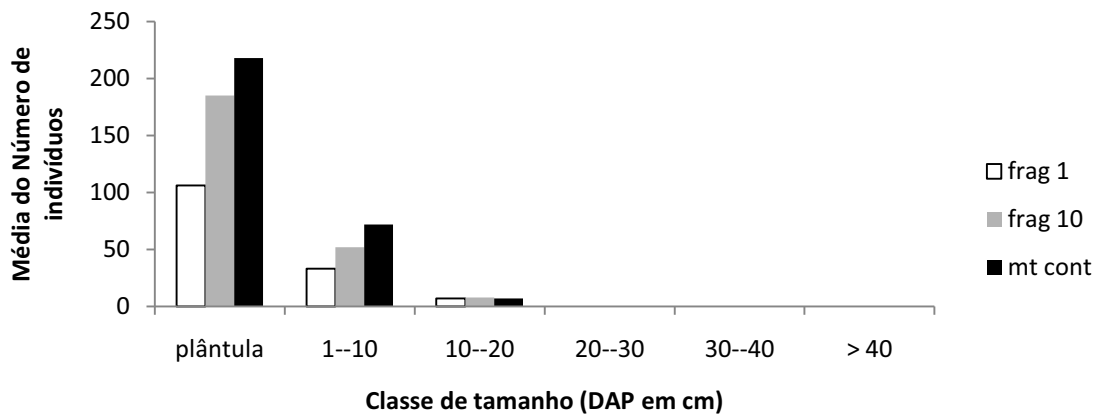


Figura 11: Histograma de frequência da média do número de indivíduos de *M. speciosa* por classe diamétrica, nos fragmentos de 1 (frag 1), de 10 ha (frag 10) e na floresta contínua (mt cont).

Em relação ao número de plântulas, foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes tamanhos ($X^2=18,84$; GL. 2; $p=0,0001$), também com um padrão em que a abundância de plântulas é positivamente relacionado ao tamanho da área (Figura 12). Observou-se uma grande variabilidade na abundância de plântulas dentro das áreas de mesmo tamanho. No fragmento de 1 ha Colosso foi encontrado apenas 4 plântulas, enquanto que nos outros fragmentos de mesmo tamanho foram encontrados abundâncias maiores. Entre os fragmentos de 10 ha, no fragmento também chamado de Colosso foi encontrada uma abundância muito superior aos demais e na floresta contínua, a reserva Florestal apresentou uma abundância bastante superior às outras reservas (Tabela 2). A abundância de arvoretas apresentou o mesmo padrão que as plântulas, com um número significativamente maior de indivíduos na floresta contínua do que nos fragmentos de 1 ha ($X^2=7,13$; GL. 2; $p=0,0282$). Não foram encontradas diferenças nas abundâncias de indivíduos adultos entre os três tratamentos ($X^2=0,61$; GL. 2; $p=0,7360$), e também não foi observado relação entre o número de indivíduos adultos e o número de plântulas encontrados (F-ratio=0,050; GL. 8; $p=0,830$) (Figura 13).

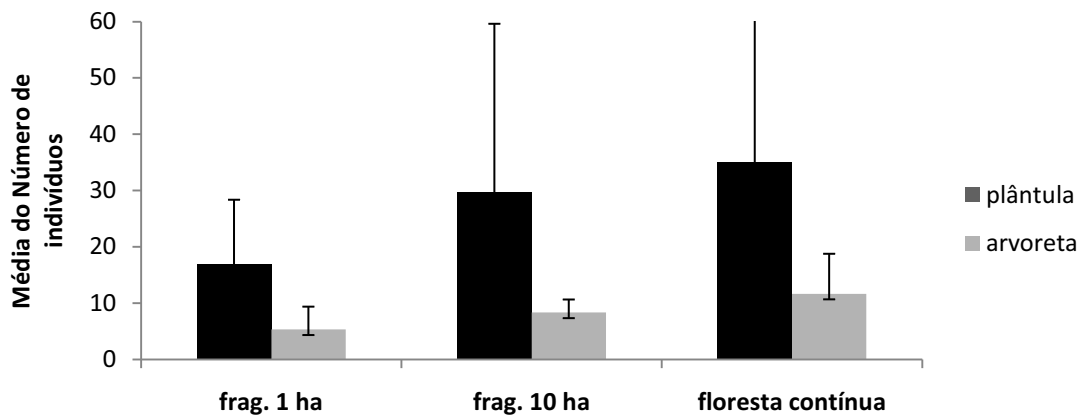


Figura 12: Abundância total de plântulas e arvoretas de *M. speciosa* para todos os tratamentos.

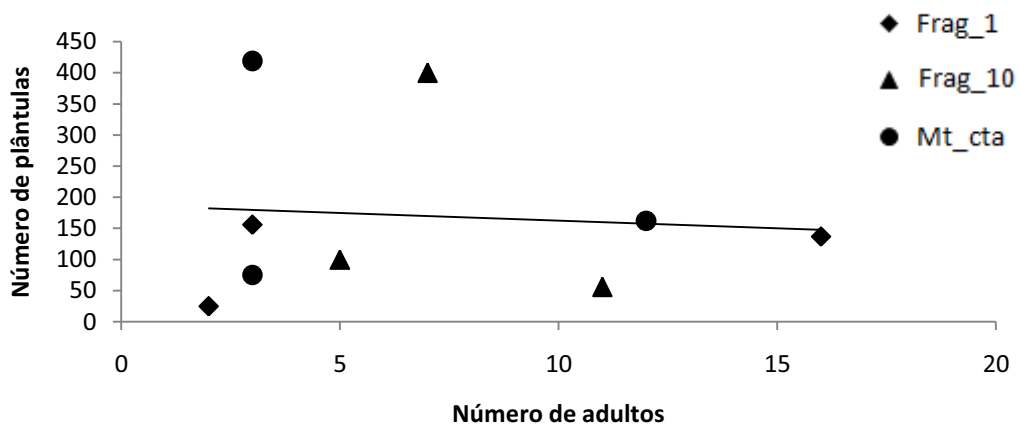


Figura 13: Regressão entre o número total de indivíduos adultos e de plântulas de *M. speciosa* encontrados em cada fragmento de 1 ha, de 10 ha e nas reservas de floresta contínua

Hevea guianensis

Para a espécie que apresentou a menor densidade de adultos na área, foram encontradas as menores abundância de plântulas (60 indivíduos no total), arvoretas (21 indivíduos no total) e também de adultos (46 no total).

Tabela 3: Abundância total (somatório das oito parcelas) de plântula, arvoreta e indivíduo adulto de *H. guianensis* em todas as áreas analisadas. Dimona, Porto Alegre e Colosso são os nomes dados aos fragmentos. Gavião, Florestal e Km 41 são os nomes dados às reservas de floresta contínua amostradas.

Área	Local	Plântula	Arvoreta	Adulto
Fragmento de 1 ha	Dimona	1	3	10
	Porto Alegre	32	9	7
	Colosso	6	2	8
	Total	39	14	25
	Média	13 (± 16,6)	4,67 (± 3,8)	8,33 (± 1,5)
Fragmento de 10 ha	Dimona	6	4	7
	Porto Alegre	2	2	3
	Colosso	5	1	2
	Total	13	7	12
	Média	4,44 (± 2,1)	2,33 (± 1,5)	4,00 (± 2,6)
Floresta contínua	Gavião	1	0	4
	Florestal	5	0	4
	Km 41	2	0	1
	Total	8	0	9
	Média	2,67 (± 2,1)	0,00 (± 0,0)	2,87 (± 1,6)

Nas três áreas, as populações apresentaram o mesmo padrão de estruturação ($D=0,500$; $p=0,4413$), com maior concentração de indivíduos nas classes de tamanho inferiores, tendendo ao padrão de distribuição J invertido. Contudo, o declínio do número de indivíduos por classe é muito mais acentuado nas populações dos fragmentos de 1 ha do que nas populações dos fragmentos de 10 ha. Na floresta contínua aproximadamente 90% dos indivíduos encontrados foram plântulas, e não foi encontrado nenhum indivíduo na classe de tamanho entre 1 a 10 cm de DAP (arvoreta) (Figura 14).

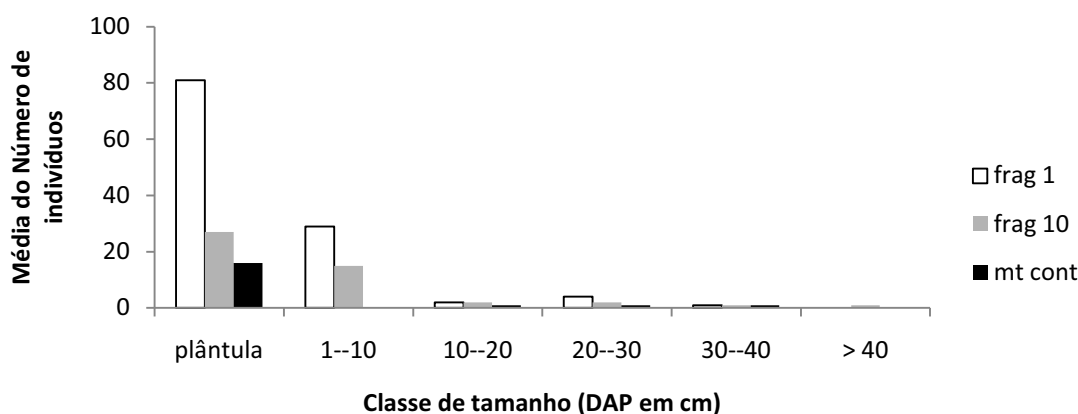


Figura 14: Histograma de frequência da média do número de indivíduos de *H. guianensis* por classe diamétrica nos fragmentos de 1 (frag 1), de 10 ha (frag 10) e na floresta contínua (mt cont).

Em relação à abundância de plântulas, para *H. guianensis* observou-se o padrão inverso das outras duas espécies anteriormente analisadas. O número de plântulas encontrado foi negativamente relacionado com o tamanho da área (Figura 15), sendo que os fragmentos de 1 ha apresentaram abundâncias significativamente maiores que as outras áreas ($X^2=27,7$; GL. 2; $p=0,0001$). Em um dos fragmentos de 1 ha (fragmento Porto Alegre) a abundância de plântulas foi muito mais alta que as abundâncias encontradas em todas as outras áreas, representando aproximadamente 50 % do total de plântulas. Quando se analisou a abundância de arvoretas nos diferentes tratamentos, também foi encontrado um padrão negativamente relacionado ao tamanho da área (Figura 15), com um número significativamente maior de arvoretas nos fragmentos de 1 ha do que nas florestas contínuas ($X^2=14,0$; GL. 2; $p=0,0009$), onde não foi encontrado nenhum indivíduo nas 24 parcelas estabelecidas no local.

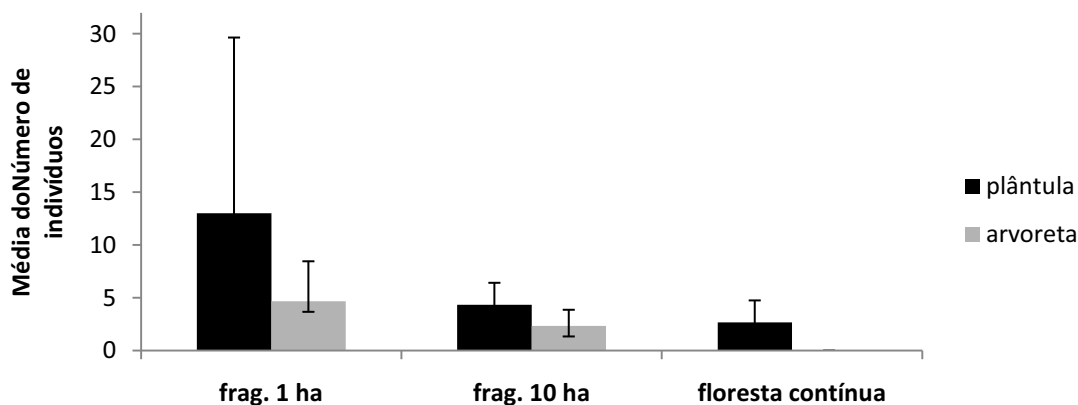


Figura 15: Abundância total de plântulas e arvoretas de *H. guianensis* para todos os tratamentos.

Observou-se que a abundância de indivíduos adultos, assim como para plântulas e arvoretas, foi maior nos fragmentos de 1 ha, decrescendo das áreas menores para as maiores. O número de indivíduos adultos foi significativamente maior nos fragmentos de 1 ha do que na floresta contínua ($X^2=9,43$; GL. 2; $p=0,009$). Nenhuma relação entre o número de indivíduos adultos com o número de plântulas foi encontrada para esta espécie (F-ratio=0,478; GL. 8; $p=0,512$) (Figura 16).

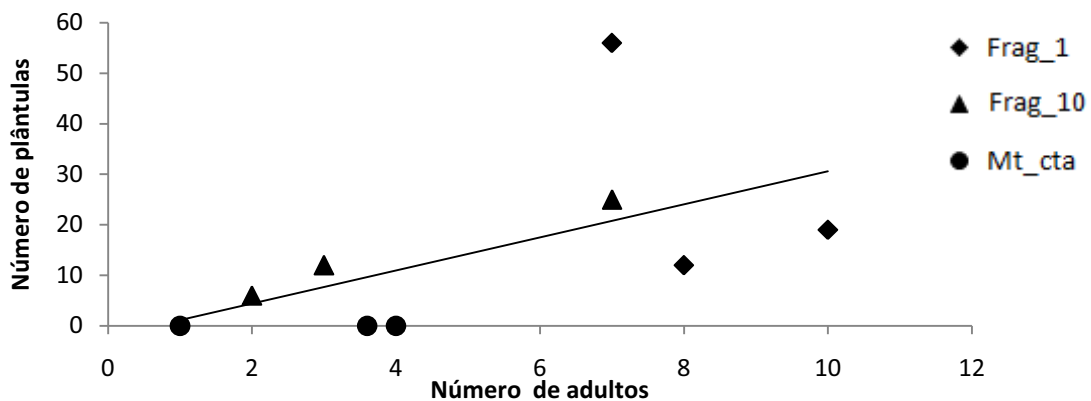


Figura 16: Regressão entre o número total de indivíduos adultos e de plântulas de *H. guianensis* encontrados em cada fragmento de 1 ha, de 10 ha e nas reservas de floresta contínua.

Scleronema micranthum

Foram encontrados no total, 80 plântulas, 27 arvoretas e 86 indivíduos adultos de *S. micranthum* distribuídos entre os três tratamentos (Tabela 4).

Observou-se que entre as quatro espécies deste estudo, esta foi a que apresentou maior número de indivíduos nas duas últimas classes de tamanho, em todas as áreas. As populações nos fragmentos de 1 ha apresentaram forte dominância de indivíduos na primeira classe de tamanho (70% dos indivíduos), com uma queda bastante acentuada para a classe seguinte, caracterizando uma distribuição em J invertido (ver Figura 17). Já nos fragmentos de 10 ha e na floresta contínua os indivíduos estão distribuídos mais uniformemente entre as classes de tamanho, onde não há dominâncias de indivíduos em apenas uma classe, como nos fragmentos de 1 ha. O número de plântulas encontrado nestes dois ambientes foi relativamente baixo, sendo que na floresta contínua a abundância de arvoretas foi maior que a de plântulas. Apesar de as populações apresentarem estas diferenças em uma análise mais

detalhada, de uma forma geral, quando se compara a estruturação das populações dos fragmentos de 1 ha com a floresta contínua não foram observadas diferenças significativas ($D=0,1667$; $p=0,9999$), assim como também entre as populações nos fragmentos de 10 ha e a floresta contínua ($D=0,3333$; $p=0,8928$).

Tabela 4: Abundância total (somatório das oito parcelas) de plântula, arvoreta e indivíduo adulto de *S. micranthum* em todas as áreas analisadas. Dimona, Porto Alegre e Colosso são os nomes dados aos fragmentos. Gavião, Florestal e km 41 são os nomes dados às reservas de floresta contínua amostradas.

Área	Local	Plântula	Arvoreta	Adulto
Fragmento de 1 ha	Dimona	3	3	14
	Porto Alegre	56	2	13
	Colosso	2	4	5
	Total	61	9	32
	Média	20,33 (± 30,89)	3,00(± 1,00)	10,67 (± 4,93)
Fragmento de 10 ha	Dimona	3	2	7
	Porto Alegre	5	3	8
	Colosso	4	4	9
	Total	12	9	24
	Média	4,00 (± 1,00)	3,00 (± 1,00)	8,00 (± 1,00)
Floresta contínua	Gavião	1	3	10
	Florestal	4	4	9
	Km 41	2	2	11
	Total	7	9	30
	Média	2,33 (± 1,53)	3,00 (± 1,00)	10,00 (± 1,00)

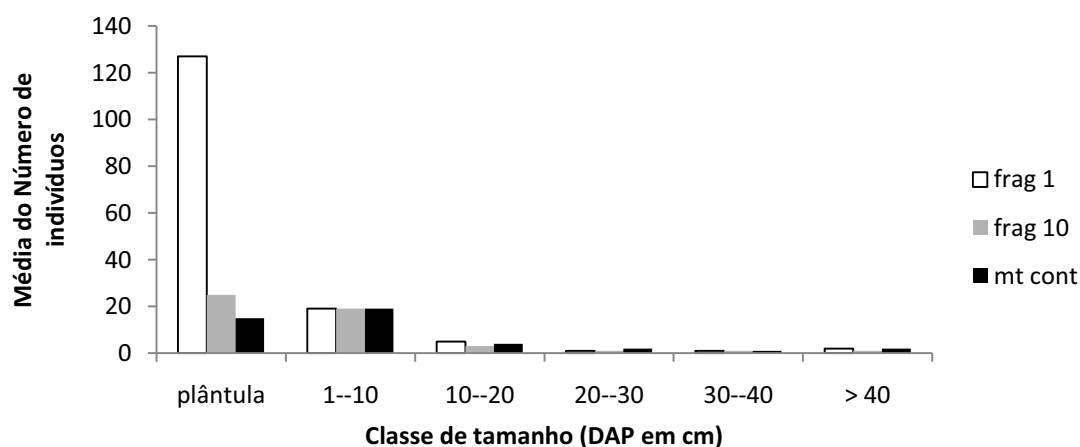


Figura 17: Histograma de frequência da média do número de indivíduos de *S. micranthum* por classe diamétrica, nos fragmentos de 1 (frag 1), de 10 ha (frag 10) e na floresta contínua (mt cont).

O número de plântulas foi significativamente maior nos fragmentos de 1 ha do que nos fragmentos de 10 ha e na floresta contínua ($X^2=66,77$; GL. 2; $p<0,0001$), e a abundância de arvoretas foi exatamente igual para todos os tratamentos analisados ($X^2=0,00$; GL. 2; $p=1$). Em relação ao número de adultos, não foi encontrado diferenças significativas entre os tratamentos ($X^2=1,20$; GL. 2; $p=0,5463$), no entanto observou-se um número levemente maior de indivíduos nos fragmentos de 1 ha. Não houve relação entre o número de indivíduos adultos e o número de plântulas (F-ratio=1,783; GL. 8; $p=0,224$).

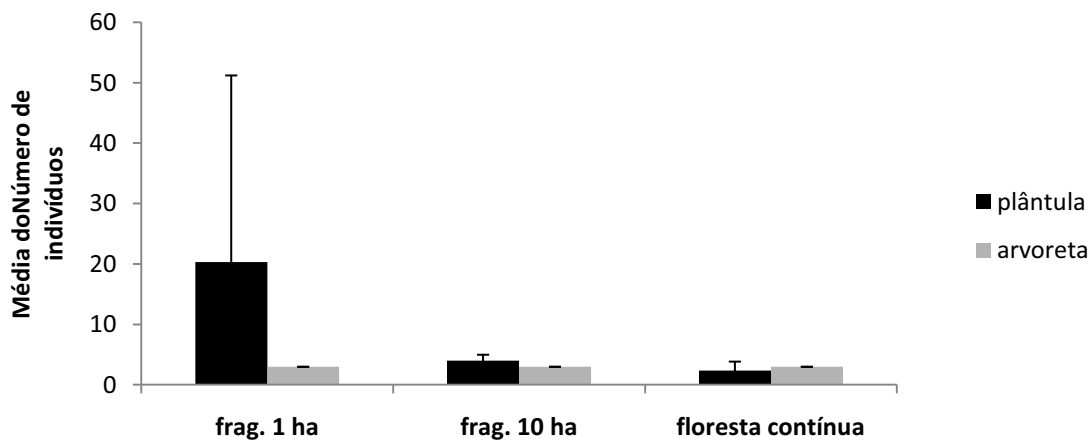


Figura 18: Abundância total de plântulas e arvoretas de *S. micranthum* para todos os tratamentos.

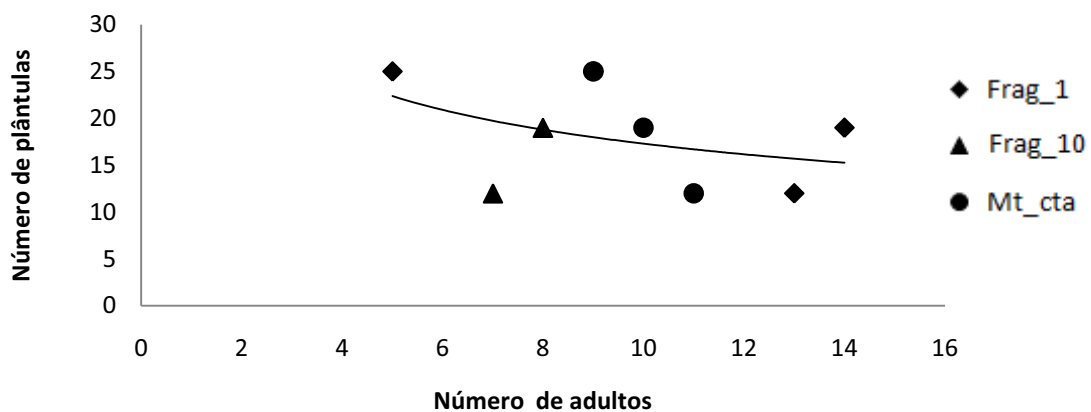


Figura 19: Regressão entre o número total de indivíduos adultos e de plântulas de *S. micranthum* encontrados em cada fragmento de 1 ha, de 10 ha e nas reservas de floresta contínua (Mt_cta).

Análise conjunta

Observou-se que em relação ao estabelecimento de plântulas, a fragmentação propiciou alterações significativamente diferentes entre as espécies ($X^2=46,58$; GL. 6; $p=0,0001$). Observando os resíduos dessa análise constatou-se que as espécies *Eschweilera wachenheimii* e *Mabea speciosa* (grupo 1) respondem de maneira semelhante à fragmentação florestal, contrastando com o comportamento das espécies *Scleronema micranthum* e *Hevea guianensis* (grupo 2). Os mesmos resultados foram encontrados para as arvoretas ($X^2=31,68$; GL. 6; $p=0,0000$) justificando a divisão destas espécies em dois grupos. Para os adultos, todas as espécies responderam aos distúrbios causados pela fragmentação florestal de maneira similar ($X^2=6,95$; GL. 6; $p=0,3259$).

Este resultado é reforçado pelas análises e interpretações realizadas para cada espécie separadamente. Os gráficos abaixo resumem o comportamento das quatro espécies em relação aos efeitos da fragmentação florestal sobre a abundância de plântulas e arvoretas. É possível distinguir padrões de respostas distintos para os dois diferentes grupos de espécies, tanto para a abundância de plântulas (Figura 20) como também para a abundância de arvoretas (Figura 21).

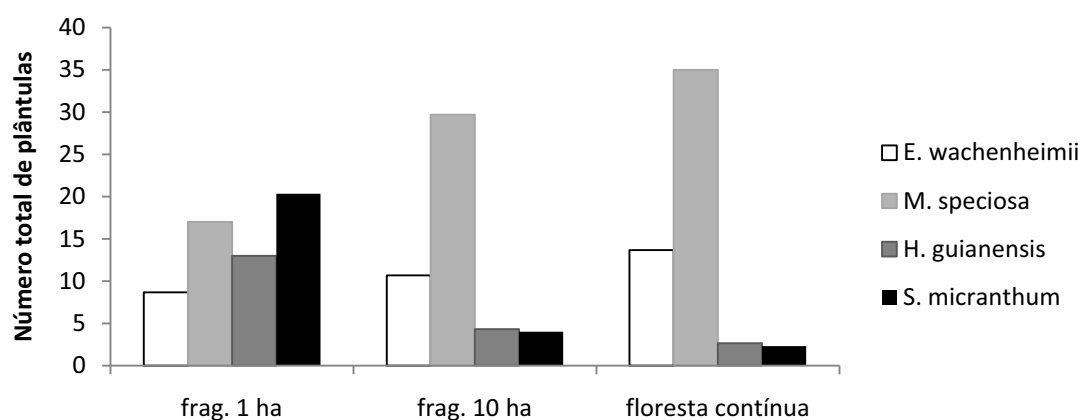


Figura 20: Abundância total de plântulas para todas as espécies nos fragmentos de 1 e de 10 ha e na floresta contínua.

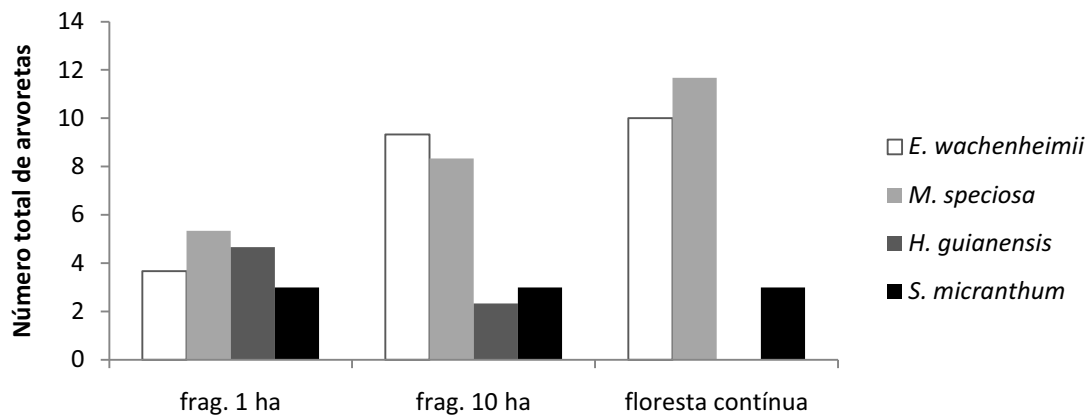


Figura 21: Abundância total de arvoretas para todas as espécies nos fragmentos de 1 e de 10 ha e na floresta contínua.

Assim como não foi encontrado nenhuma relação entre o número de plântulas e indivíduos adultos para cada espécie, quando se analisou a abundância de adultos e de plântulas para todas as espécies juntas, também não foi encontrada nenhuma relação entre o número de plântulas e indivíduos adultos ($F\text{-ratio}=0,001$; GL. 34; $p=0,976$) (Figura 22).

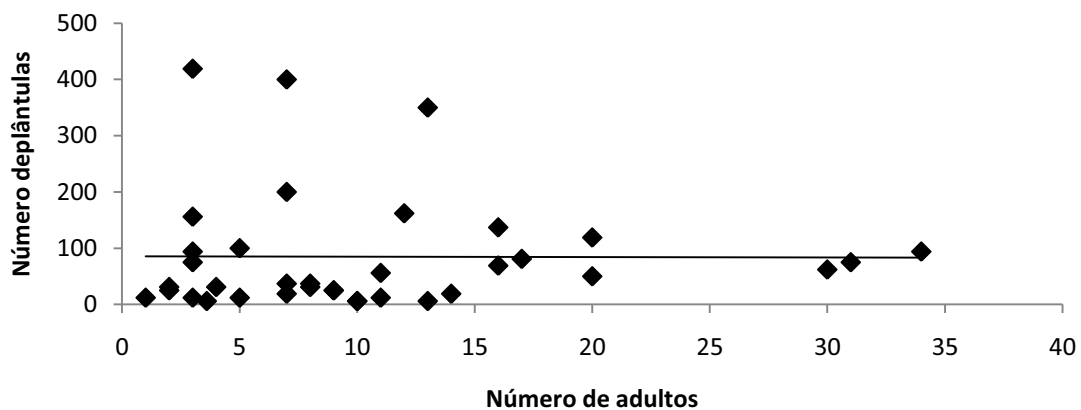


Figura 22: Regressão entre o número total de indivíduos adultos e de plântulas de todas as espécies encontrados em cada fragmento de 1 ha, de 10 ha e nas reservas de floresta contínua.

DISCUSSÃO

Espécies possuem necessidades específicas para o sucesso em seu estabelecimento, podendo apresentar respostas distintas a distúrbios causados pela fragmentação florestal (BENÍTEZ-MALVIDO *et al.* 2005; NASCIMENTO & LAURANCE 2006; LAURANCE *et al.* 2006b). As quatro espécies florestais, foco deste estudo, seguiram o preceito dos estudos citados acima e apresentaram respostas distintas à fragmentação florestal, sendo registrado um aumento na abundância das espécies *Hevea guianensis* e *Scleronema micranthum* e uma diminuição na abundância das espécies *Eschweilera wachenheimii* e *Mabea speciosa* em locais que passaram por fragmentação florestal. Todas estas espécies, em todas as áreas inventariadas apresentaram um maior número de indivíduos nas primeiras classes de tamanho, o que indica, em um primeiro momento, que existem condições propícias à germinação e ao estabelecimento inicial de plântulas. Entretanto quando comparado o estabelecimento de plântulas entre a floresta contínua (controle) e as áreas fragmentadas são encontradas diferenças significativas no número de indivíduos em certas classes etárias, indicando que a fragmentação pode estar exercendo certa influência sobre este processo ao provocar uma mortalidade diferenciada nas populações de árvores.

A distribuição diamétrica dos indivíduos de *E. wachenheimii* e *M. speciosa*, em todas as áreas apresentou uma curva decrescente com um padrão tendendo ao J invertido, um comportamento típico de muitas espécies das florestas de terra firme da Amazônia Central (OLIVEIRA & MORI 1999; LOPES 2007; OLIVEIRA *et al.* 2008). Portanto, como não foram encontradas diferenças na estrutura das populações entre áreas de diferentes tamanhos, parece não haver problemas no recrutamento destas espécies nas áreas fragmentadas independente do seu tamanho. Entretanto, apesar das estruturas das populações não serem afetadas, como a abundância de plântulas e arvoretas foi significativamente menor nos fragmentos de 1 ha do que na floresta contínua, o estabelecimento de plântulas destas duas espécies provavelmente está sendo afetado negativamente pela fragmentação florestal, assim

como documentado anteriormente, no mesmo local de estudo, para plântulas de espécies tolerantes à sombra (BENÍTEZ-MALVIDO 1998). Estas mudanças provavelmente estão associadas às respostas das espécies a um ambiente mais extremo que limita a presença de locais apropriados para o estabelecimento de plântulas.

Sabe-se que na maioria das populações de plantas tropicais a mortalidade de indivíduos é mais alta nos primeiros estádios de vida (SOLBRIG 1981). Sendo assim a abundância de plântulas não parece ser um bom parâmetro para representar o destino das populações de árvores dentro dos fragmentos. Porém, a abundância de indivíduos jovens também foi significativamente menor nos fragmentos de 1 ha, sendo que a variação na abundância destes indivíduos entre as áreas de mesmo tamanho foi muito pequena. Assim, provavelmente a abundância destas espécies esteja realmente diminuindo nestas áreas, corroborando com os registros apresentados por Camargo (2004).

As alterações na densidade de indivíduos de *E. wachenheimii* e *M. speciosa* podem estar sendo causadas principalmente por apresentarem uma redução na probabilidade de reprodução nos fragmentos (Camargo e colaboradores dados não publicados), causadas provavelmente por serem duas espécies típicas de sub-dossel, que passam todo o ciclo de vida em ambientes sombreados, ou devido a um declínio na abundância de polinizadores em áreas fragmentadas (AIZEN & FEINSINGER 1994). Além disso, como demonstrado por Camargo (2004), a mortalidade de indivíduos jovens de espécies de sub-dossel é maior em ambientes fragmentados do que em florestas contínuas. Outras possíveis explicações para estas modificações possam ser falhas na germinação de sementes em ambientes fragmentados, como demonstrado para a espécie herbácea *Heliconia acuminata* (BRUNA 1999), falta de dispersores para carregarem suas sementes para sítios favoráveis a sua germinação (SILVA & TABARELLI 2000; CORDEIRO & HOWE 2003), ou até mesmo um aumento no consumo de sementes e de plântulas nos ambientes fragmentados (BENÍTEZ-MALVIDO 2001) Contudo, para tentar buscar as principais causas dessas alterações são importantes estudos que avaliem fatores que propiciem um melhor conhecimento da história natural destes organismos.

É importante salientar que as diferenças encontradas entre as densidades de plântulas foram influenciadas pela variabilidade encontrada nas áreas amostradas. Para *E. wachenheimii* foi encontrada apenas uma plântula nas oito parcelas estabelecidas no fragmento de 1 ha da reserva Colosso, muito diferente do que foi encontrado nos outros

fragmentos de mesmo tamanho. Provavelmente este fato possa ajudar a explicar os motivos para que neste mesmo fragmento tenha sido encontrado um número bastante reduzido de indivíduos adultos em relação aos outros fragmentos de mesmo tamanho. Apesar de quando testado todas as áreas em conjunto, o número de indivíduos adultos de *E. wachenheimii* não ter influenciado na abundância de plântulas, quando se analisou separadamente os fragmentos de 1 ha, observou-se uma leve relação positiva entre o número de adultos e o número de plântulas. Para a espécie *M. speciosa* no mesmo fragmento de 1 ha também foi encontrado um número de plântulas bastante reduzido quando comparado aos outros fragmentos de mesmo tamanho. Além disso, em um dos fragmentos de 10 ha e em uma das reservas de floresta contínua também foram encontrados um número de plântulas bem discrepante com relação às outras áreas de mesmo tamanho.

Essa variabilidade na abundância de plântulas entre as áreas de mesmo tamanho, talvez possa ser explicado por fragmentos de 1 ha serem muito pequenos, e estarem sujeitos a maiores intensidades dos efeitos da fragmentação florestal, caracterizando locais bem heterogêneos.

As espécies *H. guianensis* e *S. micranthum* apresentaram respostas semelhantes à fragmentação florestal, e parecem ser beneficiadas pelos efeitos causados pela fragmentação.

A estrutura das populações de *H. guianensis* nas três diferentes áreas apresentou um padrão em J invertido. Como esta espécie possui densidade baixa, a estrutura da população na floresta contínua não foi muito bem caracterizada, o que dificultou a comparação de um padrão de estruturação nas áreas controle (floresta contínua) com as estruturas das populações das áreas fragmentadas. Este problema foi bem evidente principalmente por não ter sido encontrado nenhum indivíduo jovem nas áreas de floresta contínua, assim como registrado no trabalho de Rankin-de-Merona & Ackerly (1987), em que também foi encontrada uma notável ausência de indivíduos de *H. guianensis* na classe 2 m de altura (5 cm de DAP). Entretanto, como estas áreas contínuas não sofreram perturbações antrópicas, estas podem realmente ser classificadas como áreas controle, onde as populações presentes estão distribuídas em sua forma natural. Sendo assim, esta ausência de indivíduos jovens nas reservas de floresta contínua amostradas é explicada pela baixa densidade dos indivíduos desta espécie e não provavelmente por uma falha no recrutamento, corroborando com a idéia de que as densidades dessas populações estão aumentando nas áreas fragmentadas.

Como não foram encontradas diferenças nas estruturas das populações de *H. guianensis* entre os três ambientes, parece não haver problemas no recrutamento e manutenção das populações desta espécie. Por outro lado os efeitos gerados pela fragmentação florestal provavelmente estão beneficiando o estabelecimento de plântulas, principalmente nos fragmentos de 1 ha. Apesar de ter sido encontrado um número maior de indivíduos adultos nos fragmentos de 1 ha do que nos fragmentos de 10 ha e na floresta contínua, este fato parece não estar diretamente relacionado ao aumento na densidade de plântulas nestes locais, pois não foi encontrada uma relação direta entre o número de indivíduos adultos e o número de plântulas. Esta falta de relação provavelmente possa ser explicada por alguns destes indivíduos, classificados neste estudo como adultos (> 10 cm de DAP), ainda não terem entrado em estado reprodutivo, não contribuindo para a formação de propágulos e conseqüentemente de plântulas.

O número de plântulas e indivíduos jovens de *S. micranthum* encontrados foi bastante baixo em todas as áreas, o que também limitou a caracterização da estrutura das populações. Porém como demonstrado por Rankin-de-Merona e Ackerly (1987) a distribuição por classes de tamanho para toda a população de *S. micranthum*, em áreas de floresta contínua, segue o padrão J-reversa, com grande concentração de plantas nas classes inferiores. Deste modo, parece não haver anomalias na estrutura da população nos fragmentos de 1 ha, já que esta é caracterizada por uma típica distribuição em J invertido. Já nas populações dos fragmentos de 10 ha e na floresta contínua devido à abundância baixa de indivíduos encontrados não se pôde analisar a fundo estas distribuições.

Assim como para *H. guianensis*, o estabelecimento de plântulas de *S. micranthum* também parece estar sendo beneficiado pela fragmentação nas áreas de 1 ha, pois há um aumento na densidade de indivíduos nestas áreas. Porém, estes resultados devem ser interpretados com cautela, já que não foi encontrada diferenças na abundância de indivíduos jovens entre as áreas de diferentes tamanhos, e também porque as diferenças no número de plântulas entre os tratamentos foi influenciada por um dos fragmentos de 1 ha (Porto Alegre) apresentar uma abundância altamente discrepante com relação aos outros fragmentos de mesmo tamanho. Esta diferença ocorreu por ter sido encontrado 49 plântulas em apenas uma parcela, em um local onde havia dois indivíduos reprodutivos de *S. micranthum* de grande porte.

O aumento na abundância, principalmente de plântulas de *H. guianensis* e *S. micranthum* nos fragmentos podem ser explicados por estas espécies apresentarem uma tendência de aumento na proporção de indivíduos reprodutivos em áreas fragmentadas (CAMARGO *et al.* dados não publicados). Estas espécies podem estar sendo beneficiadas com a maior incidência de luz nos ambientes fragmentados causada pela maior intensidade de formação de clareiras nestas áreas, já que são espécies típicas de dossel, adaptadas às condições de luz direta. Além disso, estas espécies possuem baixa densidade de madeira (*H. guianensis* 0,51 g/cm³ e *S. micranthum* 0,59 g/cm³) (FEARNSIDE 1997; QUIRINO 2005), caracterizado provavelmente por um crescimento relativamente rápido. Como demonstrado por Luize (2006) há uma maior taxa de consumo de sementes de *S. micranthum* na floresta contínua do que nas áreas fragmentadas, relacionado a um menor uso dos fragmentos florestais por mamíferos de médio e grande porte que provavelmente são os maiores consumidores das sementes produzidas por árvores desta espécie. Esta diferença propiciou maiores taxas de germinação de sementes e um maior estabelecimento de plântulas desta espécie nos fragmentos (LUIZE 2006).

Como a espécie *H. guianensis* é dispersa primariamente por explosão, a ausência de animais dispersores nos fragmentos não influencia a distribuição desta espécie. Portanto a maior incidência de luz conciliada com estes fatores torna as áreas fragmentadas ambientes vantajosos para o estabelecimento de indivíduos destas espécies.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral, as populações das quatro espécies estão sendo alteradas e tais alterações estão associadas com a fragmentação florestal, acarretando em mudanças maiores nas populações dos fragmentos de menor tamanho. Nos fragmentos de 10 ha, as populações também estão sendo alteradas, porém não tão marcantes como nos fragmentos de menor tamanho. Isso pode ser explicado devido aos fragmentos de 1 ha estarem mais sujeitos a maiores intensidades dos efeitos de borda, que são pronunciados em um curto espaço de tempo. Para verificar alterações regidas pelos efeitos de área seriam necessários estudos de longo prazo abrangendo a dinâmica dessas populações. Sabe-se que existe um gradiente de perturbação dentro dos fragmentos, sendo que geralmente o centro é menos afetado do que as bordas, onde os efeitos são parcialmente controlados pelo tamanho da área (HILL & CURRAN 2003), portanto os resultados deste estudo são considerados como uma representação média das alterações que ocorrem nestes fragmentos.

Os resultados aqui apresentados demonstram que as espécies *E. wachenheimii* e *M. speciosa*, apesar de serem espécies relativamente abundantes, podem futuramente ter o número de indivíduos reduzido em suas populações e tornarem-se espécies não mais dominantes nestes ambientes, ou até mesmo desaparecer destas áreas fragmentadas. Logo, provavelmente estas reduções nas abundâncias destas populações possam estar ocorrendo para outras espécies que apresentem necessidades ou processos semelhantes para seus estabelecimentos.

Apesar do pequeno número de indivíduos encontrados para as espécies *H. guianensis* e *S. micranthum*, a tendência de aumento na abundância de indivíduos nas áreas fragmentadas encontrada neste estudo, corrobora com a tendência encontrada em outros estudos, como o aumento no número de indivíduos reprodutivos nos fragmentos (CAMARGO *et al.* dados não publicados) e o aumento na taxa de germinação de sementes e no estabelecimento de plântulas (LUIZE 2006). Portanto, parece que não apenas as espécies tipicamente

classificadas como pioneiras, mas também outras espécies adaptadas à maior luminosidade possam estar ocupando o espaço de outras espécies nas áreas fragmentadas.

Conclui-se que são necessários mais estudos que verifiquem os efeitos da fragmentação em níveis populacionais, analisando processos que determinem a dinâmica das populações, já que a maior parte dos trabalhos apresentam tendências para as comunidades, não levando em conta a especificidade e a história natural da cada espécie e suas respectivas populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZEN, M.A.; FEINSINGER, P. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology*, v. 75, p. 330–351, 1994.
- ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Centras. *Acta Amazônica*, v. 9, n.1, p. 163-198, 1979.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology*, v. 12, p. 380–389, 1998.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J. Regeneration in tropical rainforest fragments. In: BIERREGAARD, R.O. JR.; GASCON, C.; LOVEJOY, T.E.; MESQUITA, R. (eds.). **Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest**. New Haven: Yale University Press, p. 136-157, 2001.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. *Conservation Biology*, v. 17, p. 389–400, 2003.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I D. K. Responses of seedling transplants to environmental variations in contrasting habitats of Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, v. 21, p. 397-406, 2005.
- BIERREGAARD, R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOS, V.; SANTOS, A. A. DOS; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rain forest fragments. *Bioscience*, v. 42, p. 859-866, 1992.
- BOYLE, S. A. **The effects of forest fragmentation on primates in the Brazilian Amazon**. 2008. Tese (Doctor of Philosophy) – Arizona State University. Arizona.
- BRUNA, E. M. Seed germination in rainforest fragments. *Nature*, v. 402, p. 139, 1999.
- CAMARGO, J. L. C.; KAPOS, V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonin forest. *Journal of Tropical Ecology*, v. 11, P. 205-221, 1995.
- CAMARGO, J. L. C. **Alterações na dinâmica e demografia de árvores tropicais após fragmentação florestal na Amazônia Central**. 2004. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amzônia. Manaus.

- CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; MESQUITA, M. R.; SANTOS, B. A.; BRUM, H. D. **Guia de Propágulos e Plântulas da Amazônia**. Manaus: INPA, 168p, 2008.
- CHAUVEL, A.; LUCAS, Y.; BOULET, R. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia*, v. 43. p. 234–240, 1987.
- CORDEIRO, N.; HOWE, H. F. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, n. 24, p. 14052–14054, 2003.
- FEARNSIDE, P. M. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v. 90, p. 59-87, 1997.
- FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica*, v. 36, n.3, p. 395–400, 2006.
- GITHIRU, M.; BENNUN, L.; LENS, L. Regeneration patterns among bird-dispersed plants in a fragmented Afrotropical forest, South-East Kenya. *Journal of Tropical Ecology*, v. 18, p. 143–149, 2002.
- 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.
- INPE. 2005. Monitoramento da Floresta Amazônica. Relatório PRODES: 2006-2007, sobre desflorestamento na Bacia Amazônica. São José dos Campos, São Paulo. <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em setembro de 2009.
- INPE. 2009. Relatório DETER: Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia brasileira por satélites, Projeto DETER. São José dos Campos, São Paulo. <<http://www.obt.inpe.br/deter>>. Acesso em setembro de 2009.
- KAPOS, V.; WANDELLI, E.; CAMARGO, J. L.; GANADE, G. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. (eds). **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. University of Chicago Press, Chicago, 616p, 1997.
- KOHLER, P. **Modelling anthropogenic impacts on the growth of tropical rain forests**. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade Gesamtho Kassel, Kassel.
- LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. JR. **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago, USA: University of Chicago Press. 615p., 1997.
- LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; MERONA, J. M. R. D.; LAURANCE, S. G. Rain Forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology*, v. 79, p. 2032-2040, 1998a.
- LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; RANKIN-DE-MERONA, J. M. R. D.; LAURANCE, S. G.; HUTCHINGS, R. W.; LOVEJOY, T. E. Effects of Forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conservation Biology*, v. 12, p. 460-464, 1998b.

- LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNSTIDE, P. M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S.; FERNANDES, T. The future of the Brazilian amazon. *Science*, v.291, n.5503, p. 438-439, 2001.
- LAURENCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; STOUFFER, P. C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R. O. JR.; 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.; RANKIN-DE-MERONA, J. M.; ANDRADE, A.; LAURANCE, S. G.; D'ANGELO, S.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L. Rain-forest fragmentation and the phenology of Amazonian tree communities. *Journal of Tropical Ecology*, v.19, p. 343-347, 2003.
- LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, S. G.; ANDRADE, A., RIBEIRO, J. E. L. S.; GIRALDO, J. P.; LOVEJOY, T. E.; CONDIT, R.; CHAVE, J.; HARMS, K. E.; D'ANGELO, S. Rapid decay of tree community composition in Amazonian forest fragments. *Proceedings of the National Academy*, v. 103, n. 56, p. 19010-19014, 2006a.
- LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, S. G.; ANDRADE, A. C.; FEARNSTIDE, P. M.; RIBEIRO, J. E. L.; CAPRETZ, R. L. Rain forest fragmentation and the proliferation of successional trees. *Ecology*, v. 87, p. 469, 2006b.
- LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. M.; ANDRADE, A.; FEARNSTIDE, P. M.; REBELLO, E. R. G.; CONDIT, R. Long-term variation in Amazon forest dynamics. *Journal of Vegetation Science*, v. 20, p. 323-333, 2009.
- LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia brasiliensis*, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.
- LOPES, M. A. Population structure of *Eschweilera coriacea* (DC.) S. A. Mori in forest fragments in eastern Brazilian Amazonia. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30, n. 3, p. 509-519, 2007.
- LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD, R. O. JR. Central Amazonian forests and the minimum critical size of ecosystems project. In GENTRY, A. H. (ed.). **Four Neotropical forests**. New Haven: Yale University Press, 1990.
- LUIZE, G. L. **O efeito da fragmentação florestal na germinação e predação de propágulos de *Scleronema micranthum* Ducke**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Universidade Estadual Paulista Julho de Mesquita Filho. Rio Claro.
- MAC ARTHUR, R.; WILSON, O. **The Theory of Island Biogeography**. Princeton University Press. 1967.
- MESQUITA, R.; ICKES, K.; GANADE, G.; WILLIAMSON, G. B. Alternative successional pathways in the Amazon basin. *Journal of Ecology*, V. 89, p. 528–537, 2001.
- 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, p. 853–860, 2006.

- 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, P. 183-192, 2006.
- OLIVEIRA, A. A. **Composição, estrutura e fenologia de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. 1997. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo. São Paulo.
- OLIVEIRA, A. A.; MORI, S. A. A central Amazonian terra firme forest. I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity and Conservation*, v. 8, p. 1219-1244, 1999.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M. B. P.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SAHDO, R. M. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, v. 38, n. 4, p. 627-642, 2008.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues. 328p., 2001.
- QUIRINO, W. F.; VALE, A. T.; ANDRADE, A. P. A.; ABREU, V. L. S.; AZEVEDO, A. C. S. Poder Calorífico da madeira e de materiais ligno-celulósicos. *Revista da madeira*, v. 89, p.100-106, 2005.
- RANKIN-DE-MERONA, J. M.; ACKERLY, D. D. Estudos populacionais de árvores em florestas fragmentadas e a implicação para conservação in situ das mesmas na floresta tropical da Amazônia Central. *IPEF*, n. 35, p. 47-59, 1987.
- RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMAN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA-DFID, Midas Printing Ltd. China. 816p., 1999.
- SILVA, C. J. M.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature*, v. 404, p.72–74, 2000.
- SOLBRIG, O.T. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. *Evolution*, v. 35, p. 1080-1093, 1981.
- 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.
- TANAKA, A.; VIEIRA, G. Autoecologia das espécies florestais em regime de plantio de enriquecimento em linha na floresta primária da Amazônia Central. *Acta Amazônica*, v. 36, n. 2, p. 193-204, 2006.
- VAN DULMEN, A. Pollination and phenology of flowers in the canopy of two contrasting rain Forest types in Amazonia, Colombia. *Plant Ecology*, v. 153, p. 73-85, 2001.

WRIGHT, S. J.; STONER, K. E.; BECKMAN, N.; CORLETT, R. T.; DIRZO, R.; MULLER-LANDAU, H. C.; NUÑEZ-ITURRI, G.; PERES, C. A.; WANG, B. C. The plight of large animals in tropical forests and the consequences for plant regeneration. *Biotropica*, v. 39, p. 289–291, 2007.