

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS NATURAIS

Jorcely Gonçalves Barroso de Lima

**ECOLOGIA POPULACIONAL DE SETE ESPÉCIES  
MADEIREIRAS OCORRENTES NO SUDOESTE DA  
AMAZÔNIA**

Dissertação de Mestrado

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Universidade Federal do Acre  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais

**Ecologia populacional de sete espécies madeireiras ocorrentes no  
Sudoeste da Amazônia**

**Jorcely Gonçalves Barroso de Lima**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais.**

Rio Branco, Acre 2008

LIMA, J. G. B. 2008.

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal do Acre

L732e	<p>LIMA, Jorcely Gonçalves Barroso. <i>Ecologia populacional de sete espécies madeiras ocorrentes no Sudoeste da Amazônia</i>. 2008. 97f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Acre, Rio Branco – AC., 2008.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Marcos Silveira</p> <p>1. Ecologia populacional, 2. Categoria de ocorrências, 3. Fatores limitantes, 4. Distribuição espacial, I. Título</p> <p>CDU 582.474 (811.3)</p>
-------	---

Universidade Federal do Acre  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais

**Ecologia populacional de sete espécies madeireiras ocorrentes no  
Sudoeste da Amazônia**

**Jorcely Gonçalves Barroso de Lima**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Dra. Mary Menton**  
**Universidade da Florida**

---

**Dr. Cleber Ibraim Salimon**  
**Universidade Federal do Acre**

---

**Dr. José Marcelo Domingues Torezan**  
**Universidade Estadual de Londrina**

**ORIENTADOR**

---

**Dr. Marcos Silveira**  
**Universidade Federal do Acre**

*Aos meus pais,  
com o devido reconhecimento aos seus incentivos.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcos Silveira, pela orientação, paciência e amizade.

A Capes pela bolsa de mestrado.

Ao Instituto Internacional de Educação do Brasil - IEB (Código B/2006/02/BMP/10) pelo financiamento à pesquisa.

A LBA, pelo apoio logístico através do empréstimo da Toyota.

Aos funcionários da Reserva (Louro e Paca) pelo apoio na logística e pelas agradáveis conversas depois de um dia de trabalho de campo.

Ao parataxomista Edilson Consuelo, pela prévia identificação e coleta de material botânico.

Aos funcionários do laboratório de solos (Luiz e Ismael) pela ajuda nas análises de solo.

Aos Herbários do Museu Paraense Emílio Göeldi, EMBRAPA Amazônia Oriental, Universidade Federal do Acre e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, pela receptividade.

A todos do laboratório de Botânica e Ecologia Vegetal pela convivência e amizade.

Aos companheiros Izaias Brasil, Wendeson Castro, Clênia Pessoa, Cleber Salimon, Iracema Moll, Paula Palhares, Flávio Obermuller, João Lima, Nadir Dantas e Ney Haag, que me ajudaram no trabalho de campo, obrigada pela preciosa ajuda, pela convivência e ótima companhia.

Ao Mauro Ribeiro, pela breve, mas esclarecedora conversa.

Ao Haroldo Cavalcante de Lima, pelas conversas e identificação das Leguminosas.

Ao Evandro Orfano e ao Leônidas Dantas, pelo apoio e empréstimos do GPS.

A senhora Tiana, ao senhor “Biroco”, e ao Gerson pela acolhida, receptividade e risadas, durante as coletas de dados.

A Fany Barroso, pelo apoio.

A Lucinha e Eliude, pela amizade, carinho, acolhida, risadas, receptividade, cuidado, ensino e oportunidades, minha eterna gratidão.

Ao Diego Lima, a Nadir Dantas e Raquel Cristian, por toda a força que sempre me deram, pela maravilhosa companhia e por tudo que me ensinaram.

À minha família e os amigos pelo carinho, paciência, compreensão e apoio em todos os momentos. Não tenho como agradecer, sem vocês não seria possível....

A pequena Vitória, por me lembrar que o mundo é cheio de mistérios e possibilidades, tornando muito agradáveis os momentos que passamos juntas.

A todos que indiretamente colaboraram com a realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	v
<b>Lista de Figuras</b> .....	viii
<b>Lista de Tabelas</b> .....	x
<b>Resumo</b> .....	xi
<b>Abstract</b> .....	xii
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>Área de estudo</b> .....	3
<b>Espécies estudadas</b> .....	6
<b>BIBLIOGRAFIA CITADA</b> .....	10
<b>Capítulo I: Estrutura populacional e distribuição espacial de sete espécies madeireiras no Estado do Acre</b> .....	14
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>CONCLUSÃO</b> .....	32
<b>BIBLIOGRAFIA CITADA</b> .....	33
<b>Capítulo 2: Determinantes ecológicos da distribuição e abundância das espécies: efeitos da abertura do dossel, umidade, fertilidade e textura do solo</b> .....	37
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	38
<b>MATERIAL E MÉTODO</b> .....	39
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	42
<b>CONCLUSÃO</b> .....	57
<b>BIBLIOGRAFIA CITADA</b> .....	58
<b>Capítulo 3: Categorização da ocorrência das espécies</b> .....	64
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	65
<b>MATERIAL E MÉTODO</b> .....	67
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	69
<b>CONCLUSÃO</b> .....	74
<b>BIBLIOGRAFIA CITADA</b> .....	75
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	79
<b>APÊNCIDE</b> .....	81

## Tabela de Figuras

Figura 1 - Reserva Florestal Humaitá, círculos amarelos correspondem à localização das unidades amostrais. Imagem Landsat5/TM; órbita/ponto:002/067; data 11/09/2005; composição R(5)G(4)B(3).....	4
Figura 1.1 - <b>a.</b> indivíduos distribuídos ao acaso; <b>b.</b> distribuição uniforme; <b>c.</b> indivíduos agregados em manchas. Extraído de Ludwig e Reynolds (1988), p.46.....	20
Figura 1.2 - Densidade das seis espécies estudadas nas parcelas da terra Firme (TF1 e TF2), encosta (ENC1 e ENC2) e várzea (VAR1 e VAR2) na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	23
Figura 1.3 - Número de árvores por classe de diâmetro em cm, na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	24
Figura 1.4 - Mapa de localização da ocorrência para todos os indivíduos da espécie <i>D. ferrea</i> (◦), <i>A. acreana</i> (×), <i>A. leiocarpa</i> (✱), <i>A. parvifolium</i> (◆), <i>C. odorata</i> (△), <i>M. balsamum</i> (◻) na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre. A. terra firme1, B. terra firme2 e C. encosta1.....	27
Figura 1.5 - Análise do padrão de distribuição espacial da <i>A. parvifolium</i> na TF2 (a), <i>A. parvifolium</i> na ENC1 (b), <i>A. leiocarpa</i> na ENC1 (c) e <i>C. odorata</i> na VAR1 (d) na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Ac, através o método de variância entre parcelas pareadas - PQV (↔) e variância móvel entre blocos de parcelas - TTLQV (↔)......	31
Figura 2.1 - Abertura de dossel das parcelas, (a) terra firme 1 (b) terra firme 2 (c) encosta 1 (d) encosta 2 na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre. Os círculos abertos correspondem os locais onde foram feitas as leituras. Os limites aproximados dos transectos em relação ao mapa da área, são apresentados na Figura 1.1.....	43
Figura 2.2 - Média (◻), erro padrão (◻) e desvio padrão (⊥) da abertura do dossel na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	45
Figura 2.3 - Média (◻), erro padrão (◻) e desvio padrão (⊥) da umidade do solo na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	46
Figura 2.4 - Localização das parcelas no gráfico de classes texturais: terra firme (TF1 e TF2), encosta (ENC1 e ENC2), várzea (VAR1 e VAR2), na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	47
Figura 2.5 - Média (◻), erro padrão (◻) e desvio padrão (⊥) da soma de bases na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	49

Figura 2.6 - Média ( $\square$ ), erro padrão ( $\square$ ) e desvio padrão ( $\overline{\text{I}}$ ) da capacidade de troca de cátions dossel na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	50
Figura 2.7 - Média ( $\square$ ), erro padrão ( $\square$ ) e desvio padrão ( $\overline{\text{I}}$ ) da saturação de bases na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	51
Figura 2.8 - Eixo de ordenação da análise dos componentes principais para as 60 parcelas na Reserva Florestal Humaitá.....	54
Figura 2.9 - Eixo de ordenação da análise de correspondência canônica para as 60 parcelas na Reserva Florestal Humaitá.....	56
Figura 3.1 - Limites das regiões de padrão de distribuição geográfica. <b>A</b> Oeste, <b>B</b> Central e <b>C</b> Leste Amazônico. Fonte: Oliveira e Daly (1999).....	69

## Lista de Tabelas

Tabela 1.1 - Abundância das espécies por parcelas de 10ha, na terra firme (TF1 e TF2), encosta (ENC1 e ENC2) e várzea (VAR1 e VAR2) da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	21
Tabela 1.2 - Valores do Índice de dispersão (ID) e dos resultados estatísticos $\chi^2$ (qui-quadrado), com seus respectivos padrão de distribuição observado (PD), A- Aleatório e G- Agregado, obtidos para as populações das espécies em estudo, no levantamento feito na terra firme (TF1 e TF2), encosta (ENC1 e ENC2) e várzea (VAR1 e VAR2) da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	29
Tabela 2.1 - Médias (méd) e desvios padrões (S) das variáveis edáficas analisadas nesse estudo, por transectos terra firme, encosta e várzea da Reserva Florestal Humaitá.....	48
Tabela 2.2 - Coeficiente de variação entre variáveis ambientais e os dois primeiros eixos de ordenação da análise dos componentes principais analisadas nas 60 parcelas da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	53
Tabela 2.3 - Resultado da análise de correspondência canônica, para quatro variáveis ambientais, e cinco espécie, realizada na Reserva Florestal Humaitá.....	55
Tabela 2.4 - Coeficiente canônico das variáveis com os eixos de ordenação de análise de correspondência canônica. Dados coletados na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.....	55
Tabela 3.1 - Formulário de categorização das espécies, segundo de Rabinowitz (1981).....	68
Tabela 3.2 - Número de coletas das espécies estudadas com amostras presentes nos Herbários do Museu Paraense Emílio Göeldi, EMBRAPA Amazônia Oriental, Universidade Federal do Acre e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.....	71
Tabela 3.3 - Categorização da ocorrência segundo formulário de Rabinowitz (1981).....	73

## Resumo

Com o intuito de abordar aspectos autoecológicos que possam embasar tecnicamente a atividade madeireira no Estado do Acre, as espécies alvo deste estudo foram: *Myroxylon balsamum*, *Dipteryx ferrea*, *Cedrela odorata*, *Amburana cearensis* var. *acreatana*, *Hymenaea parvifolia*, *Aspidosperma parvifolium*, *Apuleia leiocarpa* e *Hymenaea courbaril*. A avaliação da estrutura populacional e a investigação da influência da (1) abertura de dossel, (2) fertilidade, (3) textura e (4) umidade do solo sobre a distribuição e abundância das espécies foram efetuadas em seis parcelas de 10 ha, estabelecidas ao longo de uma topossequência (duas parcelas na terra firme, duas parcelas na encosta e duas parcelas na várzea), na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre, onde foram mensurados todos os indivíduos com diâmetro maior ou igual a 10cm. Informações levantadas nessa escala em conjunto com dados de distribuição geográfica, ajudaram na categorização da ocorrência das espécies em raras e comuns. As espécies apresentam uma irregularidade estrutural, uma vez que não há compensação da mortalidade pelo recrutamento dos indivíduos ao longo do tempo. De forma geral, as populações apresentam distribuição espacial aleatória, com exceção das populações de *A. parvifolium* na encosta<sup>1</sup> e terra firme<sup>2</sup>, *C. odorata* na várzea<sup>1</sup> e *A. leiocarpa* na terra firme<sup>2</sup>, que ocorreram de forma agregada. Os fatores abióticos analisados não foram condicionantes, nem explicam fortemente a ocorrência e distribuição das espécies ao longo do gradiente. No entanto, *A. leiocarpa* e *A. cearensis* tendem a ser mais abundantes nas áreas de alta fertilidade e menor abertura de dossel, *C. odorata* tende a ser menos exigente quanto à fertilidade, foi mais abundante em condições de teores elevados de alumínio e maior abertura de dossel. Dentre as sete espécies estudadas, quatro são comuns e duas são raras. Embora com uma ampla distribuição geográfica, *M. balsamum* e *H. courbaril* são espécies raras, pois apresentaram baixa densidade local (respectivamente, 0,05 ind.ha<sup>-1</sup> e ausência de representantes dentro do critério de inclusão utilizado) e especificidade por habitat. *D. ferrea* também é uma espécie rara, pois se restringe ao oeste da Amazônia, onde ocorre com uma alta densidade local (1,2 ind.ha<sup>-1</sup>) e é generalista de habitat. *A. leiocarpa* (0,45 ind.ha<sup>-1</sup>), *A. parvifolium* (1,9 ind.ha<sup>-1</sup>), *A. cearensis* (0,35 ind.ha<sup>-1</sup>) e *C. odorata* (1,08 ind.ha<sup>-1</sup>) foram categorizadas como comuns em função da ampla distribuição geográfica, alta densidade local, e baixa especificidade por habitat. Esses resultados sugerem que a forma generalista como são tratadas as florestas consiste em um risco à sustentabilidade do manejo e devem ser considerados nas reavaliações dessa atividade.

## Abstract

In order to explore autoecological issues that could provide a technically sound base for logging activities in Acre state, this study focused on the following target species: *Myroxylon balsamum*, *Dipteryx ferrea*, *Cedrela odorata*, *Amburana cearensis* var. *acreana*, *Aspidosperma parvifolium*, *Apuleia leiocarpa* and *Hymenaea courbaril*. The assessment of population structure and investigation of the influence of (1) canopy openness, (2) fertility, (3) texture and (4) soil moisture on the species distribution and abundance were carried out in six 10 ha plots, established along a topographical gradient (two terra firme plots, two slope plots, and two floodplain plots), in the Humaitá Forest Reserve, Porto Acre, Acre. We measured all individuals with a diameter equal to or greater than 10cm. Information obtained at the local scale was joined together with data on geographical distribution, in order to categorize the species as either rare or common. The species showed structural irregularity, with no compensation for mortality via the recruitment of individuals over time. Overall, populations have random spatial distribution, except populations of *A. parvifolium* in slope1 and terra firme2, *C. odorata* in floodplain1 and *A. leiocarpa* on terra firme2, which occurred in aggregate form. The abiotic factors analysed did not explain the species occurrence and distribution along the gradient. However, *A. leiocarpa* and *A. cearensis* tend to be most abundant in areas of high fertility and lower canopy openness. *C. odorata* is less dependent on fertility, was more abundant in conditions of high levels of aluminum and higher canopy openness. Among the seven species, four are common and two are rare. Although with a wide geographic distribution, *M. balsamum* and *H. courbaril* are rare, because they showed low local density (respectively, 0.05 ind.ha<sup>-1</sup> and absence of individuals with diameter greater than 10cm within the sample plots) and habitat specificity. *D. ferrea* also is a rare species, as it is restricted to western Amazonia, where it occurs with high local density (1.2-ind.ha<sup>-1</sup>) and is a habitat generalist. *A. leiocarpa* (0.45 ind.ha<sup>-1</sup>), *A. parvifolium* (1.9-ind.ha<sup>-1</sup>), *A. cearensis* (0.35 ind.ha<sup>-1</sup>) and *C. odorata* (1.08 ind.ha<sup>-1</sup>) were categorized as common because of their wide geographical distribution, high local density, and low habitat specificity. These results suggest that the lack of species specific management regimes common in current logging activities represent a risk to the sustainability of management and should be considered in the revaluations of this activity.

## INTRODUÇÃO GERAL

Editado segundo normas da revista ACTA AMAZONICA

Em toda Amazônia persiste um modelo de desenvolvimento que exerce uma pressão pela substituição da cobertura vegetal natural, pela agricultura, pecuária e exploração dos recursos madeireiros. O Estado do Acre não é uma exceção a esta tendência ou modelo. Com 90% de sua cobertura vegetal nativa (Sassagawa e Brown, 2000), a política econômica adotada pelo Estado tem sido a exploração florestal através de planos de “manejo florestal sustentável”.

A exploração madeireira feita por esses planos vem crescendo nos últimos anos. Em 2000, foram autorizados pelo Estado, o corte de 34.4 mil m<sup>3</sup> de madeira. Esse valor passou para 217.7 mil m<sup>3</sup> em 2004, sendo que 172 mil m<sup>3</sup> saíram do estado principalmente em forma de madeira serrada, 82.5% desse volume foram exportados para os Estados Unidos da América, China e França; os outros 17% foram consumidos pelos estados da Amazônia Legal e pelas regiões sul e sudeste, com destaque para o estado de São Paulo que consumiu 3% desse volume. O valor das exportações nesse ano, foi de 5.4 milhões de dólares (Lentini *et al.*, 2005).

O “manejo florestal sustentável” é definido pelo Decreto Federal Nº 1.282, de 19 de outubro de 1994 como, “*a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema*”. Em 1998, o termo foi ampliado para manejo florestal sustentável de uso múltiplo, sendo então, “*... a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo, e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal*” (Decreto nº. 2.788, de 19 de outubro de 1998).

Em outras palavras, através de técnicas e planejamento, e tendo como pano de fundo a manutenção de mecanismos de sustentação dos ecossistemas, o manejo florestal sustentável busca retirar da floresta, com o menor dano possível, os indivíduos com diâmetros maiores, garantindo assim, a disponibilidade de indivíduos menores para os próximos ciclos, e reproduzindo a dinâmica natural das florestas.

Nardelli e Griffith (2003), afirmam que o conceito de sustentabilidade ainda não foi desenvolvido em consenso para o setor florestal, devendo existir diferentes visões.

Aliada aos altos custos de implantação e falta de pesquisas básicas e aplicadas que garantam a regeneração das espécies exploradas (Garrido Filha, 2002), torna as atuais práticas de manejo insustentáveis (Azevedo, 2006).

É importante mencionar ainda, que no âmbito da legislação florestal vigente, o anexo I, item 8.3.6.1 da instrução Normativa nº. 7, de 22 de agosto de 2003, aborda procedimentos relativos às atividades de planos de manejo florestal sustentável: *a) Árvore a explorar ou a colher*, está previsto, *estão excluídos dessa categoria indivíduos de espécies raras, cuja abundância seja de 0,05 árvores por hectare ou cinco indivíduos em cada 100 hectares.*

Contudo, essa definição de espécie rara contrasta com o conceito de pesquisadores que atuam na região neotropical. Almeida *et al.* (1993), Clark *et al.* (1999) e Pitman (2000), tratam uma espécie rara, como aquela com menos de um indivíduo por hectare, enquanto, Kageyama e Lepsch-Cunha (2001), afirmam que uma espécie rara é aquela que apresenta entre 1 indivíduo por hectare a 1 indivíduo por 10 hectare. Através de modelos de distribuição da abundância, os últimos autores mostram que o limite de número de indivíduos por hectare é relativo e dependerá da distribuição no ecossistema considerado.

Medidas têm sido sugeridas para minimizar o impacto da exploração, como: inventário rápido da área, para avaliar a seleção das árvores a serem colhidas de forma a evitar a endogamia e falhas no recrutamento; precisão na identificação, já que várias espécies são tratadas por nomes comuns ou compartilham o mesmo nome (Rockwell *et al.*, 2007); aumento do ciclo de corte ao extrair um volume máximo de 35m<sup>3</sup>/ha (Gardingen *et al.*, 2006), ou diminuição na intensidade e, assim, diminuição do ciclo, mantendo a estrutura com tratamentos silviculturais e aproveitando as estradas e pátios anteriormente abertos (Oliveira *et al.*, 1998; Oliveira, 2000).

Apesar dessas iniciativas, poucas medidas têm sido adotadas, evidenciando que a exploração madeireira feita pelo manejo florestal sustentável, considera a floresta Amazônica como algo homogêneo, ignorando a diversidade e as peculiaridades das tipologias florestais, os padrões de ocorrência e de distribuição intrínsecos às espécies (Fielde, 1987), os grandes efeitos da estrutura espacial sobre a variação genética, e que os mais importantes condicionantes na sobrevivência em longo prazo, são os fatores demográficos e ambientais (Widen e Andersson, 1993).

Logo, as diferenças na sobrevivência, distribuição e ocorrência, podem estar relacionadas com disponibilidade de água (van den Berg e Oliveira, 1999), e nutrientes

(Clark *et al.*, 1999; Branquinho *et al.*, 2007), textura do solo (Kwon *et al.*, 2007), topografia (Gunatilleke *et al.*, 2006), características da biologia reprodutiva da espécie (Jennersten, 1998; Lloyd *et al.*, 2002), e interação entre os organismos (Buist *et al.*, 2002; Ward *et al.*, 2005). Esses fatores e as interações entre eles, determinam a distribuição espacial e geográfica, limitam a abundância local, e proporcionam ambientes específicos para determinadas espécies, aspectos comumente considerados quando se deseja categorizar a ocorrência, em espécies raras e/ou comuns (ver Gaston, 1994), e importantes informações para melhorar o planejamento da exploração e conservação das espécies.

Com o intuito de fornecer informações que norteiem a conservação e utilização dos recursos naturais, o capítulo 1 desta dissertação avaliou parâmetros populacionais básicos, como, abundância, densidade e estrutura de tamanho das espécies *Myroxylon balsamum* (L.) Harms. (Balsamo); *Dipteryx ferrea* Ducke. (Cumaru-ferro), *Cedrela odorata* L. (Cedro rosa); *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. var. *acreana* (Cerejeira ou Cumaru de cheiro); *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá); *Aspidosperma parvifolium* A. DC. (Amarelão); *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (Cumarucetim), o capítulo 2, investigou se as espécies ocorrem em ambientes preferenciais ou então, generalistas de habitat, e o capítulo 3, categorizou as espécies quanto à sua ocorrência (raras ou abundantes), conforme Rabinowitz (1981).

## **Área de estudo**

### *Localização e histórico de perturbações antrópicas*

O presente estudo foi realizado na Reserva Florestal Humaitá, Município de Porto Acre (9° 43' S – 9° 48' S; 67° 33' W - 67° 48' W; Figura 1). Localizada na margem direita da Br 314 de Rio Branco a Porto Acre a 33 km da capital do Estado do Acre. Essa área possui aproximadamente 2.000 ha de vegetação constituída basicamente por floresta primária (Nemésio e Morato, 2005), e está circundada pelo Projeto de Assentamento Humaitá e por pequenas fazendas, tendo como limite leste o Rio Acre.

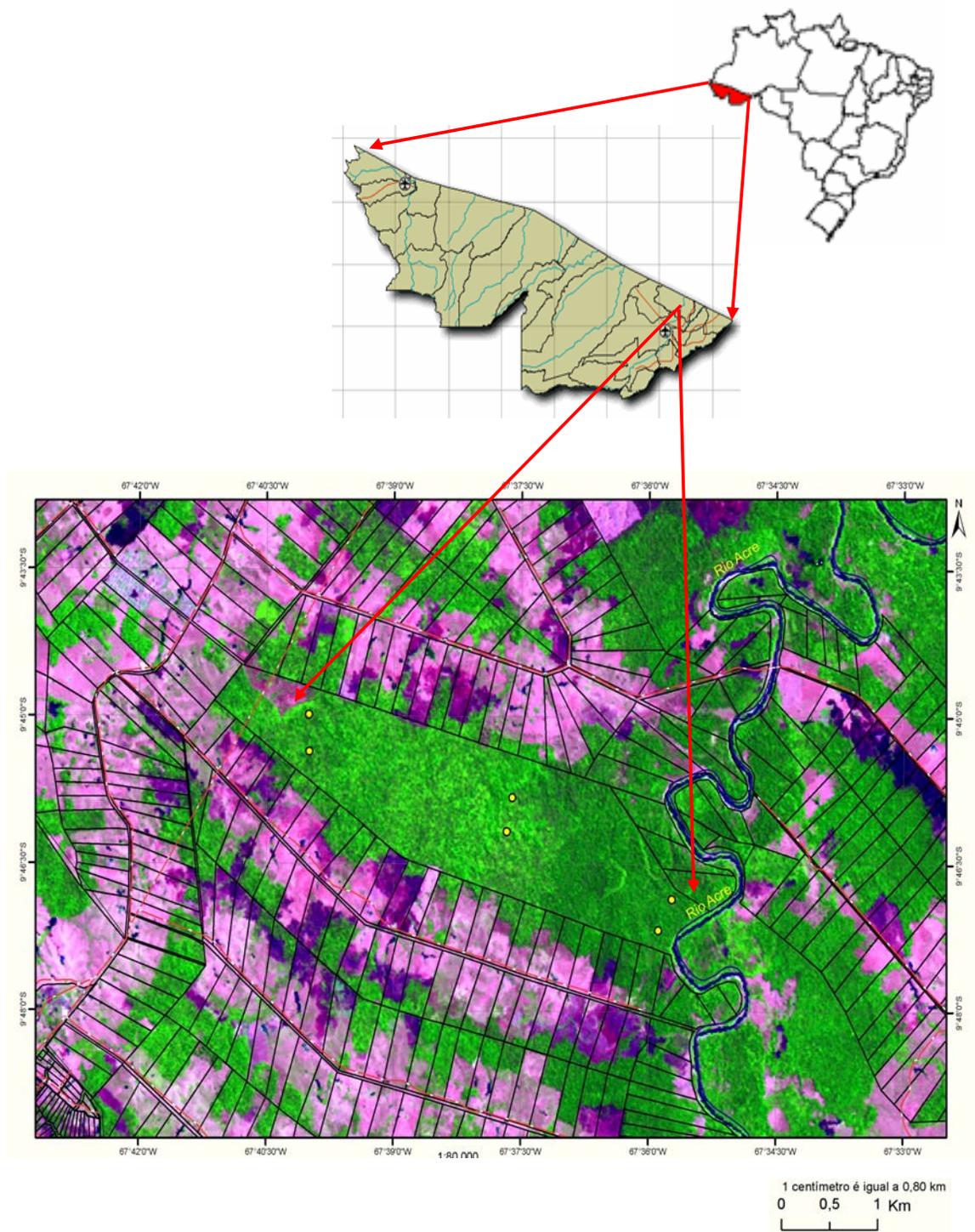


Figura 1 - Reserva Florestal Humaitá, círculos amarelos correspondem à localização das unidades amostrais. Imagem Landsat5/TM; órbita/ponto:002/067; data 11/09/2005; composição R(5)G(4)B(3).

Antes de ser cedida para Universidade Federal do Acre no início dos anos 80, o remanescente era um seringal. Além das atividades extrativistas, como borracha, da castanha, outras atividades como a caça e a implantação de roçados também foram realizadas. Apesar de não haver nenhuma evidência, provavelmente a área sofreu corte seletivo de madeira, não havendo registros de exploração comercial.

Muito embora esteja ladeada por projetos de colonização, foi observada a presença de algumas espécies de animais como tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), anta (*Tapirus terrestris*), porco do mato (*Tayassu tajacu*), gato do mato (*Felis sp.*), algumas espécies de primatas, jabutis (*Geochelone sp.*), tatus (*Tolypeutes sp.*), corujas (*Strigidae Tytonidae*), gavião real (*Harpia harpia*) e grande diversidade de aves, sugerindo que a Reserva encontra-se em bom estado de conservação.

### *Clima*

O clima é classificado como Am (Köpen), com temperatura média de 26° C; pluviosidade entre 1750 e 2000 mm, média de 1940 ( $\pm 228$ ) mm entre os anos de 1970 e 2000. O mês mais seco é Junho com uma pluviosidade de 32mm e o mais chuvoso é Fevereiro, com 299mm (Duarte, 2005). Uma estação seca bem definida (com menos de 60 dias consecutivos sem chuva) ocorre entre os meses de maio e outubro. A umidade relativa é sempre alta, entre 75 e 95%. Durante o inverno austral as massas de ar polar provocam as chamadas friagens: com quedas de temperatura, em média, de até 10 °C (Duarte, 2005). Ainda, de acordo com Acre (2000), a temperatura média anual oscila entre 24,5 a 24,7 °C, com temperatura máxima chegando aos 32°C.

### *Vegetação*

A vegetação predominante nessa porção do Estado é Floresta Ombrófila Aberta em baixos platôs (Acre, 2000). A Reserva Florestal Humaitá apresenta nítida diferença estrutural da vegetação quanto à dominância do componente arbóreo, sugerindo uma graduação vegetacional ao longo da topossequência (platô, encosta, várzea).

Nos platôs (terra firme), a floresta dominante é Aberta com Bambu (*Guadua weberbaueri*), onde as espécies mais frequentes são: Açaí (*Euterpe precatoria*), Breu-branco (*Protium sp.*), Castanheira (*Bertholletia excelsa*), Pau-alho (*Cinnamomum vesiculogum*), Angelim amargo (*Vatairea sp.*), Imbirindiba (*Terminalia oblonga*), Murmuru (*Astrocaryum ulei*), Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). (Oliveira 2007, comunicação pessoal).

No terraço aluvial (várzea e/ou baixio), a floresta é Aberta com Palmeiras onde foram observadas as espécies: Murmuru (*Astrocaryum ulei*), Marajá (*Astrocaryum* sp.), Copaíba (*Copaifera* sp.), Açaí (*Euterpe precatoria*), Pente de macaco (*Apeiba* sp.), Paxiubão (*Iriarteia deltoidea*), Copaíba (*Copaifera* sp), Bacaba (*Oenocarpus* spp.) (Oliveira 2007, comunicação pessoal).

Na área de transição entre platô e várzea, é marcada pela presença de uma encosta pronunciada, há uma nítida redução da dominância de *Guadua weberbaueri* e um aumento da densidade de palmeiras, como: Jarina (*Phytelephas macrocarpa*), Pupunha (*Bactris gasipaes*), Bacaba (*Oenocarpus mapora*), Oricuri (*Attalea phalerata*), e outras espécies como: Mogno (*Swietenia macrophylla*), Burra leiteira (*Sapium marmieri*), Seringueira (*Hevea brasiliensis*), Breu vermelho (*Tetragastris altissima*), Mororô de espinho (*Bauhinia* sp.) (Oliveira 2007, comunicação pessoal).

### *Solos*

Segundo Acre (2006), solos ocorrentes na área de abrangência do Município de Porto Acre, onde se encontra a área estudada, pertence à ordem dos Argissolos. Anteriormente classificados como o grande grupo dos Podzólicos (Alissolos e Argissolos), são descritos como solos profundos e pouco profundos, bem drenados a imperfeitamente drenados, os quais mostram uma considerável iluviação de argila evidenciada pela alta relação textural e/ou recobrimento de filmes de material coloidal nas superfícies de contato das unidades estruturais. É caracterizado pela presença do horizonte B textural e a baixa atividade da argila (valores inferiores a 27 cmol<sub>c</sub>/kg sem correção para carbono), muitos deles com alta saturação por alumínio ( $m \geq 50\%$ ), mas com valores de Al<sup>3+</sup> inferiores a 4 cmol<sub>c</sub>/kg, não satisfazendo, portanto, as condições requeridas para o caráter alumínico (EMBRAPA, 1999).

### **Espécies estudadas**

As espécies estudadas são: *Amburana cearensis*; *Apuleia leiocarpa*; *Aspidosperma parvifolium*; *Cedrela odorata*; *Dipteryx ferrea*; *Hymenaea courbaril*; *Myroxylon balsamum*. Elas estão presentes nas listas de espécies mais exploradas pela indústria madeireira no Estado do Acre (Castro, 2005; Lentini *et al.*, 2005; Pontes, 2007).

*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. var. *acreana*

Conhecida popularmente como Cerejeira e/ou Cumaru-de-cheiro, a *Amburana acreana* A.C. Sm. var. *acreana* (Fabaceae), é uma espécie que, no Brasil, ocorre nas regiões norte, nordeste, centro-oeste e sudeste (Lorenzi, 2002). Ela é uma árvore de grande porte que pode atingir até 30 m de altura e um diâmetro de 100 cm e cujo fuste é cilíndrico, tortuoso. A casca externa apresenta uma espessura de 0,7 mm, com tonalidade marrom e manchas avermelhadas escuras, tingida de vermelho, enquanto a casca interna, com espessura entre 0,8-2 cm, apresenta tonalidade bege-amarelada.

A Cerejeira é uma espécie especialista de clareira, ou, secundária inicial, com dispersão do tipo anemocórica (Carvalho, 2003).

A madeira dessa espécie é moderadamente densa, com 0.55-0.66g.cm<sup>-3</sup> (Pereira e Mainieri, 1957) e muito utilizada na fabricação de mobiliário fino, esculturas, lambris, e marcenaria em geral (Lorenzi, 2002).

*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr

Popularmente conhecida como Cumaru-cetim, *Apuleia leiocarpa* J.F. Macbr (Fabaceae), ocorre do Pará até o Rio Grande do Sul (Lorenzi, 2002). Sua altura pode chegar a 40m, e diâmetro de 100cm (Paula e Alves, 1997). Fuste cilíndrico; casca lisa, ferrugínea-avermelhada (Loureiro *et al.*, 2000), casca interna é rosada. Folhas alternas, compostas e imparipinadas. Inflorescência com flores masculinas e hermafroditas. Frutos em vargem oblonga (Carvalho, 2003).

Espécie emergente, decídua, anemocórica (Ruschel *et al.*, 2005) e autocórica por gravidade (Carvalho, 2003), especialista de pequenas clareiras (oportunistas) (*sensu* Denslow, 1980).

O Cumaru-cetim, tem madeira densa (0.75 a 1.00 g.cm<sup>-3</sup>) (Pereira e Mainieri, 1957), e muito utilizada, na fabricação de estruturas externas, construção civil, ripas, batentes de portas (Carvalho, 2003).

*Aspidosperma parvifolium* A.DC.

Conhecida popularmente como Amarelão, *Aspidosperma parvifolium* A. DC. (Apocynaceae), ocorre tanto no interior de florestas primárias como em florestas secundária, cuja altura é de 10 a 15 m (embora na área de estudo sejam encontrados indivíduos de 30m ou mais), tronco de 40 a 60cm de diâmetro, folhas glabras,

membranáceas, de coloração prateada. Fruto em cápsula deiscente de cor paleácea (Lorenzi, 2002).

A espécie é semidecídua, heliófita, anemocórica (Lorenzi, 2002), especialista de pequenas clareiras (*sensu* Denslow, 1980).

O Amarelão tem madeira moderadamente pesada ( $0.87 \text{ g.cm}^{-3}$ ), utilizada na construção civil, como vigas e caibros, na fabricação de tacos para assoalhos, para obras expostas como moirões e cruzetas (Lorenzi, 2002).

### *Cedrela odorata* L.

Conhecida popularmente como Cedro-rosa, *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), ocorre em toda Amazônia Brasileira e ainda no Peru e Bolívia, sua altura pode chegar a 35m, fuste retilíneo, com 30 a 50cm de diâmetro (Loureiro *et al.*, 2000), casca fissurada, folhas paripinadas, folíolos sésseis, geralmente glabros de 8-15cm de comprimento. Inflorescência terminais, com flores unissexuais. Frutos cápsula deiscente (Lorenzi, 2002).

Espécie anemocórica (Loureiro *et al.*, 2000), decídua, heliófila ou de luz difusa, característica das matas primárias altas de terra firme (Lorenzi, 2002) e especialista de pequenas clareiras (*sensu* Denslow, 1980).

O Cedro-rosa tem madeira leve (densidade  $0,66 \text{ g/cm}^3$ ), macia e fácil de trabalhar, com utilização em laminados, móveis, lambris e compensados (Lorenzi, 2002).

### *Dipteryx ferrea* Ducke

Conhecida comumente como Cumaru ferro, *Dipteryx ferrea* (Aubl.) Willd. (Fabaceae), é uma árvore com aproximadamente 20 à 30m de altura, diâmetro até 100 cm. Devido à ausência de informações específicas desta espécie, apresentamos aqui as características dendrológicas de *Dipteryx odorata*, espécie congêne de *Dipteryx ferrea* (Fabaceae), de acordo o especialista Dr. Haroldo Cavalcante de Lima (comunicação pessoal).

*D. odorata* apresenta caule reto com casca avermelhada (Silva *et al.*, 2005), pouco espessa, rugosa e descamante em placas irregulares. Folhas alternas, alado-pecioladas, compostas imparipinadas. Inflorescência em panículas terminais. Fruto legume drupáceo ovalado, fibroso e esponjoso, de superfície pubescente (Lorenzi, 2002).

A espécie é zoocórica (Lorenzi, 2002) e especialista de pequenas clareiras (*sensu* Denslow, 1980).

Madeira muito pesada (densidade 1,09 g/cm<sup>3</sup>) (Lorenzi, 2002) é utilizada na construção naval, obras expostas a intempéries, canoas, carroçarias, vagões, rodas, móveis de luxo e quaisquer peças de residências.

#### *Hymenaea courbaril* L.

Conhecida popularmente como Jatobá, *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae), ocorre desde o México até o Paraguai (Clay, 2000), cuja altura é de 15 a 20 m, com tronco de até 100 cm de diâmetro (Lorenzi, 2002). Casca externa é cinza-clara, casca interna rosada. Folhas alternas, compostas de dois folíolos brilhantes. Inflorescências com flores brancas a bege. Fruto vargem lenhosa indeiscente (Carvalho, 2003).

A espécie é especialista de pequenas clareiras (Durigan e Nogueira, 1990), autocórica por gravidade e zoocórica, principalmente por grandes mamíferos (Carvalho, 2003).

O Jatobá tem madeira densa (0.9 a 1.10g.cm<sup>-3</sup>) (Pereira e Mainieri, 1957). A madeira é empregada na construção civil, como ripas, caibros, vigas, para acabamentos internos, como marcos de portas, tacos, e tábuas para assoalhos, para confecção de artigos de esportes, cabos de ferramentas, peças torneadas, esquadrias e móveis (Lorenzi, 1998).

#### *Myroxylon balsamum* (L.) Harms

Conhecida popularmente como Balsamo, *Myroxylon balsamum* (L.) Harms (Fabaceae), ocorre em quase todo país, no Paraná, Bahia, Espírito Santo, zona da mata Mineira, sul e sudoeste da Amazônia, sua altura é de 10 a 20m, com tronco de 60 a 80cm de diâmetro, folhas compostas, folíolos glabros na página inferior (Lorenzi, 2002). Casca lisa, inflorescência piramidal ou cônica, corola branca (Carvalho, 2003). Frutos alados e aromáticos (Mathias *et al.*, 2000).

O Balsamo é uma espécie decídua, especialista de pequenas clareiras (*sensu* Denslow, 1980), e anemocórica, têm madeira pesada (0.95g.cm<sup>-3</sup>), é muito utilizada na fabricação de moveis, peças torneadas, produção de folhas fraqueadas, para construção civil (Lorenzi, 2002).

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Acre. Governo do Estado do Acre. 2000. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. *Zoneamento ecológico-econômico: recursos naturais e meio ambiente – documento final*. Rio Branco: SECTMA.
- Acre. Governo do Estado do Acre. 2006. Programa Estadual de Zoneamento do Estado do Acre. *Zoneamento Ecológico do Acre*. Fase II: documento Síntese – escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA.
- Almeida, S.; Lisboa, P.; Silva, A. 1993. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na estação científica "Ferreira Pena", em Caxiuanã (Pará). *Bolm. Mus. Paraense Emilio Goeldi*, Ser. Botânica, 9(1): 93-128.
- Azevedo, P. 2006. *Dinâmica de Florestas Submetidas a Manejo na Amazônia Oriental: Experimentação e Simulação*. Curitiba: UFP, Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná.
- Branquinho, C.; Serrano, H. C.; Pinto, M. J.; Martins-Loução M. A. 2007. Revisiting the plant hyperaccumulation criteria to rare plants and earth abundant elements. *Environmental Pollution*, 146: 437-443.
- Buist, M.; Coates D. J.; Yate C. J. S. 2002. Rarity and threat in relation to the conservation of *Acacia* in Western Australia. *Conservation Science W. Aust.*, 4(3): 33-53.
- Carvalho, P.E.R. 2003. *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR: Embrapa Florestas.
- Castro, M. F. de. 2005. *Caracterização técnica da matéria-prima florestal, para o setor madeireiro do Baixo Acre*. Monografia de Graduação. Rio Branco: UFAC, 83 p.
- Clark, D. B.; Palmer M. W.; A. Clark, D. A. 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology*, 80(8): 2662–2675.
- Denslow, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica*, 12: 47-55.
- Duarte, A. F. 2005. Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 20(1): 37-42.
- Durigan, G. e Nogueira, J. C. B. 1990. *Recomposição de matas ciliares*. São Paulo: Instituto Florestal, 14p (IF. Série Registros, 4).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, EMBRAPA Produção de Informação, 412p.

- Fielder, P. 1987. Life history and population dynamics of rare and common mariposa lilies (*Calochortus* Pursh, Liliaceae). *Journal of Ecology*, 75, 977-995.
- Garrido Filha, I. 2002. Manejo florestal: questões econômico-financeiras e ambientais. *Estudos Avançados*, 16(45): 91-106.
- Gardingen, P.R. van, Valle, D., Thompson, I., 2006. Evaluation of yield regulation options for primary forest in Tapajós National Forest, Brazil. *Forest Ecol. Manage.*, 231:184–195.
- Gaston, K. J. 1994. *Rarity: population and community biology series 13*. Chapman & Hall. London.
- Gunatilleke, C. V. S.; Gunatilleke I. A. U. N.; Esufali, S.; Harms, K. E.; Ashton P. M. S.; Burslem, D. F. R. P.; Ashton, P. S. 2006. Species–habitat associations in a Sri Lankan dipterocarp forest. *Journal of Tropical Ecology*, 22:371–384.
- Jennersten, O. 1988. Pollination in *Dianthus deltoids* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set. *Conservation Biology*, 2:359-366.
- Kageyama, P.Y. e Lepsch-Cunha, N. M. 2001. Singularidade da biodiversidade nos trópicos. In: *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento* (I. Garay & B.F.S. Dias, coords.). Editora Vozes, Petrópolis.
- Kwon, G. J.; Lee, B. A.; Nam, J. M.; Kim, J. G. 2007. The relationship of vegetation to environmental factors in Wangsuk stream and Gwarim reservoir in Korea: II. Soil environments Ecological. *Ecological Research*, 22(1): 75–86.
- Lloyd, K.; Lee, W. e Wilson, J. 2002. Competitive abilities of rare and common plants: comparisons using *Acaena* (Rosaceae) and *Chionochloa* (Poaceae) from New Zealand. *Conservation Biology*, 16(4): 975–985.
- Lorenzi, H. 2002. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum.
- Loureiro, A. A.; Feitas, J. A.; Ramos, K. B. L. Freitas, C. A. A. de. 2000. *Essências Madeireiras da Amazônia*. Manaus: MCT/INPA-CPPF, 191p.
- Lentini, M.; Pereira, D.; Celentano, D.; Pereira, R. 2005. *Fatos Florestais da Amazônia*. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia.
- Nardelli, B. e Griffith, J. 2003. Mapeamento conceitual da visão de sustentabilidade de diferentes atores do setor florestal brasileiro. *Revista Árvore*, 27(2): 241-256.

- Nemésio, A. e Morato, E. A 2005. Diversidade de Abelha Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) do Estado do Acre. In: *Fauna do Acre*. Rio Branco: EDUFAC.
- Mathias, L.; Vieira, I. J. C.; Braz-Filho, R.; Rodrigues-Filho, E. 2000. A new pentacyclic triterpene isolated from *Myroxylon balsamum* (syn. *Myroxylon peruiferum*). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 11(2):195-198.
- Oliveira, M. V. N. de; Braz, E. M.; Burslem, D. F. R. P.; Swaine, M. D. 1998. Smallscale natural forest management: a new model for small farmers in the Brazilian Amazon. *Tropical Forest Update*, 8: 5–7.
- Oliveira, M. V. N. de. 2000. Sustainable forest management for small farmers in Acre state in the Brazilian Amazon. Ph.D. Dissertation. University of Aberdeen, Aberdeen, UK.
- Paula, J. E. de; Alves, J. L. de H. 1997. Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Brasília: Fundação Mokiti Okada – MOA, 543p.
- Pereira, J. A e Mainieri, C. 1957. Madeiras do Brasil. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, 9: 339-498.
- Pitman, N. C. A. 2000. *A large-scale inventory of two Amazonian tree communities*. Ph. D. dissertation. Duke University, Durham, North Carolina, USA.
- Pontes S. M. de A. 2007. *Resíduos das indústrias madeireiras: Um estudo de caso nas serrarias de Rio Branco*. – Acre. Monografia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. In: *The Biological aspects of rare Plant Conservation*. H. Synge (ed). Wiley, Chichester.
- Rockwell, C; Kainer, K. A.; Marcondes, N.; Baraloto, C. 2007. Ecological limitations of reduced-impact logging at the smallholder scale. *Forest Ecology and Management*, 238: 365–374.
- Ruschel, A. R.; Guerra, M. P.; Moerschbacher, B. M.; Nodari, R. O. 2005. Valuation and characterization of the timber species in remnants of the Alto Uruguay River ecosystem, southern Brazil. *Forest Ecology and Management*, 217:103–116.
- Sassagawa, H. S. Y. e Brown, I. F. 2000. Desflorestamento e queimadas no Acre: Análise das tendências recentes. In: Acre, Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. *Zoneamento ecológico-econômico: Recursos naturais e meio ambiente – documento final*. Rio Branco: SECTMA, pp. 152-162.

- Silva, I.; Kanashiro, M.; Maués, M. 2005. *Aspectos da biologia floral de parapará (Jacaranda copaia Aubl. D. Don. Bignoniaceae) e Cumaru (Dipteryx odorata Willd.–Leguminosae)*. Disponível em: <[http://www.cpatu.embrapa.br/pubresexp/aspectosda biologiafloraldeparapara.doc](http://www.cpatu.embrapa.br/pubresexp/aspectosda%20biologiafloraldeparapara.doc)> Acesso em 30 de jun de 2005.
- van den Berg, E e Oliveira Filho, A.T. 1999. Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery forest in south-eastern Brazil. *Flora*, 194:249-246.
- Ward, M.; Dick, C. W.; Gribel, R.; Lemes, M.; Caron, H.; Lowe, A. J. 2005. To self, or not to self: A review of outcrossing and pollen-mediated gene flow in neotropical trees. *Heredity*, 95:246–254.
- Widen, B e Andersson, S. 1993. Quantitative genetics of life-history and morphology in a rare plant, *senecio-integrifolius*. *Heredity*, 70: 503-514.

## **Capítulo 1**

### **Estrutura populacional e distribuição espacial de sete espécies madeireiras no Estado do Acre**

## INTRODUÇÃO

O chamado manejo florestal sustentável, baseado na redução do impacto da exploração madeireira, aumentou nos últimos anos na Amazônia (Lentini *et al.*, 2005) e vem se firmando como um processo de gerenciamento das florestas no estado do Acre (Araújo, 2008).

Esse fato representa uma evolução significativa em relação às práticas convencionais, que provocavam impactos sérios na estrutura e no funcionamento dos ecossistemas florestais (ver Barreto e Vidal, 1998), mas esbarra em uma limitação quando generaliza a forma como são tratadas as populações exploradas (Pulz *et al.*, 1999).

O Estado do Acre, por exemplo, adotou o período de 25 a 35 anos (Instrução Normativa nº5 de 11 de Dezembro de 2006) como estimativa do ciclo de corte das espécies madeireiras, independentemente da tipologia florestal, da sua composição florística e da sua dinâmica no espaço e no tempo.

Mesmo tendo um impacto reduzido, a exploração de áreas florestais pode modificar as condições ambientais e, conseqüentemente, afetar a estrutura e a dinâmica populacional das espécies que caracterizam as comunidades vegetais (Purves e Law, 2002), essas modificações podem dar-se de diferentes intensidades, já que a composição florística, a estrutura e a dinâmica florestal variam entre tipologias (Silveira, 2005),

A ocorrência local e a distribuição dos indivíduos das espécies madeireiras em classes diamétricas, são algumas das variáveis utilizadas no manejo florestal para planejar a produção da área e monitorar o comportamento das populações, pois, o sucesso do manejo está ligado à manutenção dessas populações.

No entanto, a determinação da ocorrência local de uma espécie tem uma limitação séria, que está ligada à sua determinação taxonômica com base no conceito do nome popular. Nos planos de manejo atuais, as populações de diferentes espécies são tratadas como sendo uma única entidade biológica, provocando uma super-estimativa da densidade, sendo a real ocorrência da espécie equivocadamente interpretada. Esse fato pode afetar a densidade das espécies, levando a proporções inviáveis para a manutenção da espécie na área, e até mesmo, causar a médio e longo prazo, a extinção local de espécies.

A análise da distribuição dos indivíduos de uma população em classes diamétricas permite inferir sobre o crescimento e a mortalidade das espécies. Em florestas maduras ou clímax (*sensu* Budowski, 1963), os indivíduos das espécies

arbóreas estão distribuídos em classes de tamanho que resultam na forma de um J-invertido, o que reflete um recrutamento contínuo e uma mortalidade alta nos indivíduos menores (Hubbel e Foster, 1987).

A distribuição diamétrica das espécies ajuda no planejamento de modelos de produção e constitui um importante critério para minimizar o impacto da exploração, sobre a estrutura da população e a diversidade da floresta, possibilitando a definição de ciclos de corte para as populações vegetais e avaliação da viabilidade econômica, como parte de critérios na definição de quais espécies explorar (Pulz *et al.*, 1999).

Em 1898, De Liocourt (citado por Meyer, 1952), publicou o primeiro trabalho numérico sobre distribuição diamétrica, observando a constância da razão entre o número de árvores de uma classe diamétrica pela anterior, originando o quociente  $q$ . Baseado nisso, Meyer (1952) introduziu o termo “floresta balanceada”, para expressar o equilíbrio entre taxa de mortalidade e taxa de recrutamento das espécies, considerada regular ou equilibrada.

Os ecossistemas florestais tropicais possuem características complexas tanto na estrutura vertical, quanto horizontal. A descrição quantitativa da distribuição horizontal define o padrão espacial (Ludwig, 1979), cuja estrutura depende da escala de observação (Purves e Law, 2002). Assim, o que acontece em uma escala não pode ser extrapolado para outra, sugerindo que a presente distribuição das espécies na paisagem é determinada principalmente por fatores históricos (Münzbergová, 2004).

Assim, é imperativa a geração de conhecimentos sobre a estrutura populacional de espécies exploradas comercialmente pelos planos de manejo no Acre, um estado da Amazônia que é uma referência quando se trata de manejo sustentável.

Este estudo objetiva descrever, ao longo de um gradiente ambiental, a estrutura populacional de *Myroxylon balsamum* (L.) Harms. (Balsamo); *Dipteryx ferrea* Ducke. (Cumaru-ferro), *Cedrela odorata* L. (Cedro rosa); *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. var. *acreana* (Cerejeira ou Cumaru de cheiro); *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá); *Aspidosperma parvifolium* A. DC. (Amarelão); *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (Cumaru-cetim). Mais especificamente, buscou-se estimar a densidade absoluta das espécies e investigar padrões de distribuição espacial local das mesmas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para uma descrição da área de estudo e caracterização das espécies abordadas no presente capítulo, ver os itens Área de estudo e Espécies estudadas na Introdução Geral.

Foram definidas operacionalmente três unidades de relevo, seguindo uma topossequência partindo do platô até a planície aluvial do rio Acre. Desta forma, as parcelas foram alocadas em três ambientes, denominados aqui como terra firme, encosta e várzea, cujas definições seguem:

- terra firme – a porção de maior altitude relativa na Reserva (altitude média 179 metros), que corresponde aos platôs;
- encosta – a porção intermediária, onde observa-se uma maior rugosidade do terreno e uma altitude relativa (altitude média de 151 m);
- várzea – porção inferior da topossequência (altitude média de 130 m), que corresponde a planície Quaternária da calha do rio Acre, onde o solo permanece parte do ano encharcado (período das chuvas) pela elevação do lençol freático.

### **Amostragem e mapeamento dos indivíduos**

Evitando áreas próximas às bordas e buscando o máximo de representatividade, através de uma imagem obtida pelo sensor Landsat5/TM em setembro de 2005, e objetivando proporcionar as possibilidades mínimas de ocorrência para as espécies, estabeleceu-se seis parcelas de 500m x 200m (10ha) em três ambientes ao longo de uma toposequência existente na área de estudos: duas parcelas na terra firme (TF1 e TF2), duas parcelas na várzea (VAR1 e VAR2) e duas parcelas área de transição terra firme-várzea (ENC1 e ENC2)(Figura 1). Cada parcela de 10ha foi dividida em 50 sub-parcelas contíguas de 10m x 200m (0.2 ha), totalizando 60 hectares de amostragem.

Em cada parcela foram abertas linhas eqüidistantes de 50 metros. Os eixos “Y” foram subdivididos em intervalos de 25m. Perpendicularmente, a linha “X” mede à distância da árvore avaliada em relação à linha “Y”, cuja distância máxima é de 25m.

Nas parcelas de 10 ha foram marcados todos os indivíduos das espécies selecionadas que apresentaram diâmetro maior ou igual a 10cm, medido a 1,30m de altura do solo (DAP). Os indivíduos foram mensurados quanto ao diâmetro e deles foram coletadas amostras botânicas para a determinação das espécies. As amostras estéreis foram depositadas no Laboratório de Botânica e Ecologia Vegetal do Departamento de Ciências da Natureza e as férteis no Herbário da Universidade Federal do Acre, onde foram identificadas através de comparação com as exsicatas da coleção ou com a literatura especializada. As amostras das Leguminosas foram examinadas pelo especialista Dr. Haroldo Cavalcante de Lima.

### **Estrutura diamétrica**

Os indivíduos das espécies estudadas foram divididos em seis classes de diâmetro definidas com intervalos de 20cm de DAP: classe 1 = 10-29.9cm, classe 2 = 30-49.9cm, classe 3 = 50-69.9cm e classe 4 = 70-89.9cm, classe 5 = 90-109.9cm e classe 6 = DAP > 110cm.

A distribuição dos indivíduos nas classes diamétricas e a hipótese de que os indivíduos das populações ocorrem de forma aleatória, foi verificada através do teste Kruskal-Wallis (nível de significância até 5%).

A distribuição dos indivíduos em classes diamétricas foi avaliada através do quociente “q” de Liocourt (Liocourt, 1898 apud Meyer, 1952), cuja base é a divisão do número de indivíduos de uma classe pelo número de indivíduos da classe imediatamente anterior. O balanceamento entre as taxas de crescimento e mortalidade é indicado por uma razão que decresce em progressão geométrica constante (Meyer, 1952).

### **Padrão de distribuição espacial**

As espécies raras podem ter um padrão de distribuição espacial claramente definido, assim como as espécies comuns (Dale, 1999). Desta forma, considerando os critérios propostos por Kageyama e Lepsch-cunha (2001), que considera raras, espécies com abundância variando entre 1 ind.ha<sup>-1</sup> e 1 ind.10ha<sup>-1</sup>, foram incluídas nas análises de distribuição espacial, apenas as espécies que apresentaram no mínimo cinco indivíduos em dez hectares.

As espécies podem apresentar padrão de distribuição espacial (1) aleatório, com indivíduos distribuídos ao acaso; (2) agregada, quando os indivíduos estão próximos uns dos outros e (3) uniforme, em intervalos regulares (Ludwing e Reynolds, 1988).

Para a realização das análises de distribuição espacial das espécies, as parcelas foram divididas em sub-parcelas contíguas de 10mx200m (0.2ha). O padrão de distribuição foi determinado através do Índice de dispersão – ID, onde é calculada a razão entre a variância e a média do número de árvores por unidade amostral.

Para Greig-Smith (1983), esse teste é normalmente sensível ao tipo mais comum de não aleatoriedade (padrão agregado), muitas vezes detectando-o onde outros testes falham.

O valor esperado desta razão para população com padrão aleatório é 1.0, com padrão agregado quando superior a 1, e com padrão uniforme quando inferior a 1. Para

testar se o valor encontrado é significativamente diferente de 1, utilizamos o cálculo do Qui-quadrado -  $\chi^2$  (Ludwig e Reynolds, 1988).

O valor calculado do  $\chi^2$  foi comparado com o valor crítico tabelado (n-1 graus de liberdade), a um nível de significância de 0.05. Se o  $\chi^2$  tabelado for maior que o  $\chi^2$  calculado, rejeita-se a hipótese nula, de que o valor do ID não diferencia estatisticamente de 1, assim o padrão pode ser agregado ou uniforme. Se o valor do  $\chi^2$  calculado for menor que o valor crítico tabelado, aceita-se a hipótese nula, de que o ID não diferencia estatisticamente de 1.

As populações que apresentaram distribuição agregada, outros dois métodos foram utilizados para medir o tamanho dos agrupamentos, e a distância entre o centro desses agrupamentos em diferentes escalas, além de confirmar o padrão detectado.

Ludwig e Reynolds (1988) recomendam o uso das análises do cálculo de variância móvel entre blocos de parcelas (TTLQV), e variância entre parcelas pareadas (PQV) complementarmente, uma vez que o TTLQV está baseado em blocos de parcelas de diferentes tamanhos e distâncias, e estima a variância através da combinação de todas as possibilidades de pares de blocos de parcelas adjacentes. O PQV utiliza apenas variações nas distâncias entre blocos de parcelas de mesmo tamanho, e calcula a variância para todas as possibilidades de parcelas pareadas concedidas pelo espaçamento, conforme as equações abaixo (Dale, 1999):

Variância do TTLQV

$$V_2(b) = \sum_{i=1}^{n+1-2b} \left( \sum_{j=1}^{i+b-1} x_j - \sum_{j=i+b}^{i+2b-1} x_j \right)^2 / 2b(n+1-2b)$$

onde:

$x_j$  = número de indivíduos encontrados na parcela  $j$

$b$  = tamanho do bloco de parcelas

$n$  = número total de parcelas na amostra

Variância em PQV

$$V_p(b) = \sum_{i=1}^{n-b} (x_i - x_{i+b})^2 / 2(n-b)$$

onde:

$x_j$  = número de indivíduos encontrados na parcela  $j$

$b$  = distância entre os pares de parcelas

n = número total de parcelas nas amostras

A variância entre os diferentes tamanhos/espacamento entre blocos, foi obtida dividindo cada parcela em 50 sub-parcelas contíguas de 2000m<sup>2</sup>, caracterizando uma parcela única de 500mx200m, sendo desta forma, obtidos dados para cada local amostrado. O tamanho máximo para cálculo de variância foi de 50% do comprimento total da parcela (N/2), conforme estudos feitos por Campbell *et al.* (1998) e Hay *et al.* (2000).

O padrão de distribuição espacial foi estabelecido através da representação gráfica da variância em oposição ao tamanho/espacamento do bloco e parcela (Ludwig e Reynolds, 1988; Dale,1999), conforme a Figura 1.1.

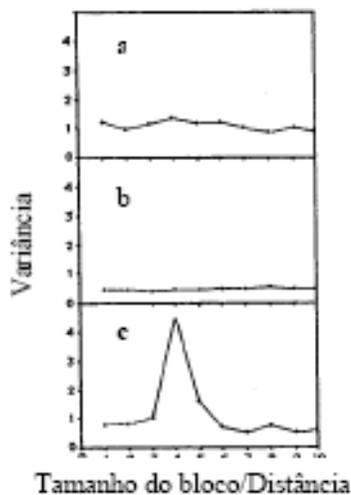


Figura 1.1- **a.** indivíduos distribuídos ao acaso; **b.** distribuição uniforme; **c.** indivíduos agregados em manchas. Extraído de Ludwig e Reynolds (1988), p.46.

Neste caso, a distância média entre os grupos é dada através da multiplicação do valor do número do bloco onde foi observado o pico por dois e pelo comprimento da parcela, de forma que o pico de variância encontrado corresponda ao raio do agrupamento real (Ludwig e Reynolds, 1988).

Assim, indivíduos distribuídos ao acaso terão variância flutuando aleatoriamente com parcelas de diferentes tamanhos e distâncias. Indivíduos com distribuição uniforme, a variância permanece baixa sem tendência a grandes flutuações. Indivíduos agregados, a variância apresenta picos (Ludwig e Reynolds, 1988). A interpretação dos gráficos ainda é subjetiva, segundo Campbell *et al.* (1998), a presença de picos nos blocos 1, 2 e 3, e em blocos em torno de 50% do tamanho da parcela, não devem ser interpretados como agrupamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Densidade das populações

A amostragem de todas as espécies estudadas resultou em um total de 300 indivíduos ou 5 ind.ha<sup>-1</sup>, que estão distribuídos irregularmente ao longo dos 60ha (duas parcelas de 10ha em cada ambiente) estudados, da seguinte forma: Terra firme (TF1 e TF2) = 160 indivíduos (54%), Encosta (ENC1 e ENC2) = 59 indivíduos (19%), Várzea (VAR1 e VAR2) = 81 indivíduos, (27%)(Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Abundância das espécies por parcelas de 10ha, na terra firme (TF1 e TF2), encosta (ENC1 e ENC2) e várzea(VAR1 e VAR2) da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

Espécie	TF1	TF2	ENC1	ENC2	VAR1	VAR2	Total
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	45	30	14	6	4	13	112
<i>Dipteryx ferrea</i>	13	20	10	10	7	12	72
<i>Cedrela odorata</i>	9	12	-	2	31	11	65
<i>Apuleia leiocarpa</i>	9	7	8	-	-	3	27
<i>Amburana cearensis</i>	5	7	5	4	-	-	21
<i>Myroxylon balsamum</i>	2	1	-	-	-	-	3
<i>Hymenaea courbaril</i>	-	-	-	-	-	-	0
Total	83	77	37	22	42	39	300

A espécie mais abundante foi a *A. parvifolium* com densidade de 1.9 ind ha<sup>-1</sup>, valor superior ao encontrado na Estação Científica “Ferreira Penna” (Pará), com 1 ind.ha<sup>-1</sup> (Almeida *et al.*, 1993), e inferior ao estimado no município de Rio Branco (2.5 ind.ha<sup>-1</sup>), para indivíduos com DAP>20cm (Ministério da Agricultura, 1979).

*D. ferrea*, a segunda com maior densidade, apresentou 1.2 ind.ha<sup>-1</sup>, valor superior aquele encontrado ao longo da Br-364 entre Rio Branco e Cruzeiro do Sul (0,5 ind.ha<sup>-1</sup>), conforme Amaro (1996). Em Novo Aripuanã, no sul do Amazonas, Jardim e Fernandes (1983) reportaram 0,6 ind.ha<sup>-1</sup>, para árvores com DAP > 45 cm.

*C. odorata*, com 1,08 ind.ha<sup>-1</sup>, também está entre as mais densas, superando o valor obtido para a espécie (0,68 ind.ha<sup>-1</sup>), pela FUNTAC (1990) na Floresta Estadual do Antimary, considerando árvores com DAP acima de 20cm. Esse valor de densidade ainda é superior aquele obtido ao longo da BR 364 (trecho Rio Branco - Cruzeiro do Sul) onde foram amostrados 0,38 ind.ha<sup>-1</sup> (Amaro, 1996).

*A. leiocarpa*, com 0,45 ind.ha<sup>-1</sup>, apresentou densidade superior à observada pela FUNTAC (1990) na Floresta Estadual do Antimary (0,03 ind.ha<sup>-1</sup>), mas densidade

expressivamente maior foi reportado por Gomes *et al.* (2004), em uma Floresta Estacional Semidecidual, no Município de Matias Barbosa, MG, onde foram amostrados 40 ind.ha<sup>-1</sup>.

*A. cearensis* apresentou uma densidade de 0.35 ind.ha<sup>-1</sup>, valor superior ao encontrado na Floresta Estadual do Antimary (0.29 ind.ha<sup>-1</sup>), para árvores com DAP > 20cm (FUNTAC, 1990). Na floresta estacional semidecidual aluvial no Município de Três Marias, Minas Gerais, a densidade foi de 6.25 ind.ha<sup>-1</sup> para indivíduos acima de 5cm de DAP (Carvalho *et al.*, 2005).

Com 0.05 ind.ha<sup>-1</sup>, *M. balsamum* apresentou a menor densidade, um valor baixo, mas superior ao aqui encontrado, foi registrado no Município de Rio Branco (0,35 ind.ha<sup>-1</sup>), considerando árvores com DAP > 20cm (Ministério da Agricultura, 1979).

Nenhum indivíduo de *H. courbaril* foi amostrado neste trabalho, mas a sua ocorrência foi registrada na Floresta Estadual do Antimary - Acre, (0.67 ind.ha<sup>-1</sup>, para árvores com DAP acima de 20cm), conforme FUNTAC (1990) e em uma floresta secundária no Município de Bragança - Pará (2.66 ind.ha<sup>-1</sup>, para indivíduos com DAP acima de 5cm), conforme Alvino *et al.* (2005).

A densidade por parcela amostrada oscilou entre 0.4 e 4.5 ind.10ha<sup>-1</sup> para *A. parvifolium* (Figura 1.2), rejeitando-se a hipótese nula, que os indivíduos se distribuem aleatoriamente na população (H= 19.85; g.l.=5;  $p=0.001$ ). Diferenças significativas foram encontradas entre as parcelas TF1, com 40% dos representantes, e as parcelas ENC1 (13%) ( $p=0.03$ ), ENC2 (5%) ( $p=0.000$ ), VAR1 (4%) ( $p=0.000$ ) e VAR2 (12%) ( $p=0.04$ ), e entre as parcelas TF2 com 27% dos representantes e as parcelas VAR1 ( $p=0.01$ ), VAR2 ( $p=0.01$ ).

A distribuição dos indivíduos de *C. odorata* diferiu significativamente (H=21.59; g.l.=5;  $p= 0.000$ ) ao longo da área, a diferença ocorreu entre as parcelas da VAR1, com 48% dos representantes, e as parcelas TF1 (14%) ( $p= 0.01$ ), TF2 (18%) ( $p= 0.009$ ), ENC2 (3%) ( $p= 0.000$ ) e VAR2 (17%) ( $p= 0.04$ ), e entre as parcelas ENC2 e VAR2 ( $p=0.02$ ).

A distribuição significativamente irregular de *A. parvifolium* e *C. odorata* na toposequência sugere que a sua densidade varia segundo a extensão de seu habitat preferencial (Durigan *et al.*, 2000).

Apesar de não ocorrer em todas as parcelas, a distribuição de *A. leiocarpa* não apresentou diferença significativa (H=7.82; g.l.=5;  $p= 0.166$ ), indicando que os seus indivíduos se distribuem regularmente ao longo da área de estudo.

A segunda espécie mais abundante, *D. ferrea*, não apresentou diferença significativa ( $H= 2.381$ ;  $g.l.= 5$ ;  $p= 0.794$ ) quanto à distribuição dos seus indivíduos ao longo da área, com representantes em todas as parcelas.

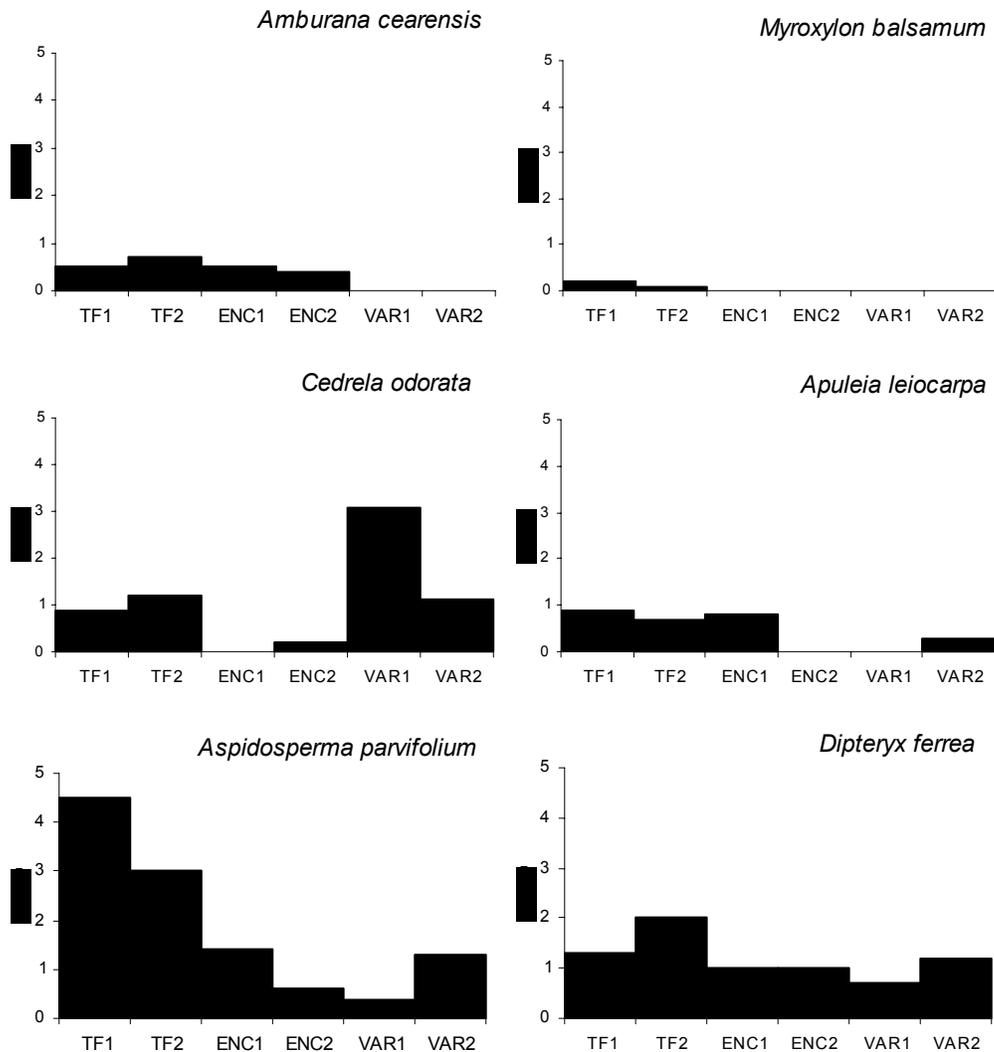


Figura 1.2 - Densidade das seis espécies estudadas nas parcelas da terra Firme (TF1 e TF2), encosta (ENC1 e ENC2) e várzea (VAR1 e VAR2) na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

### Estrutura diamétrica das populações

A distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro revelou diferenças significativas ( $p<0.05$ ) em *A. parvifolium*, *C. odorata* e, não significativas ( $p>0.05$ ), em *A. cearensis*, *A. leiocarpa*, *D. ferrea* e *M. balsamum* (Figura 1.3).

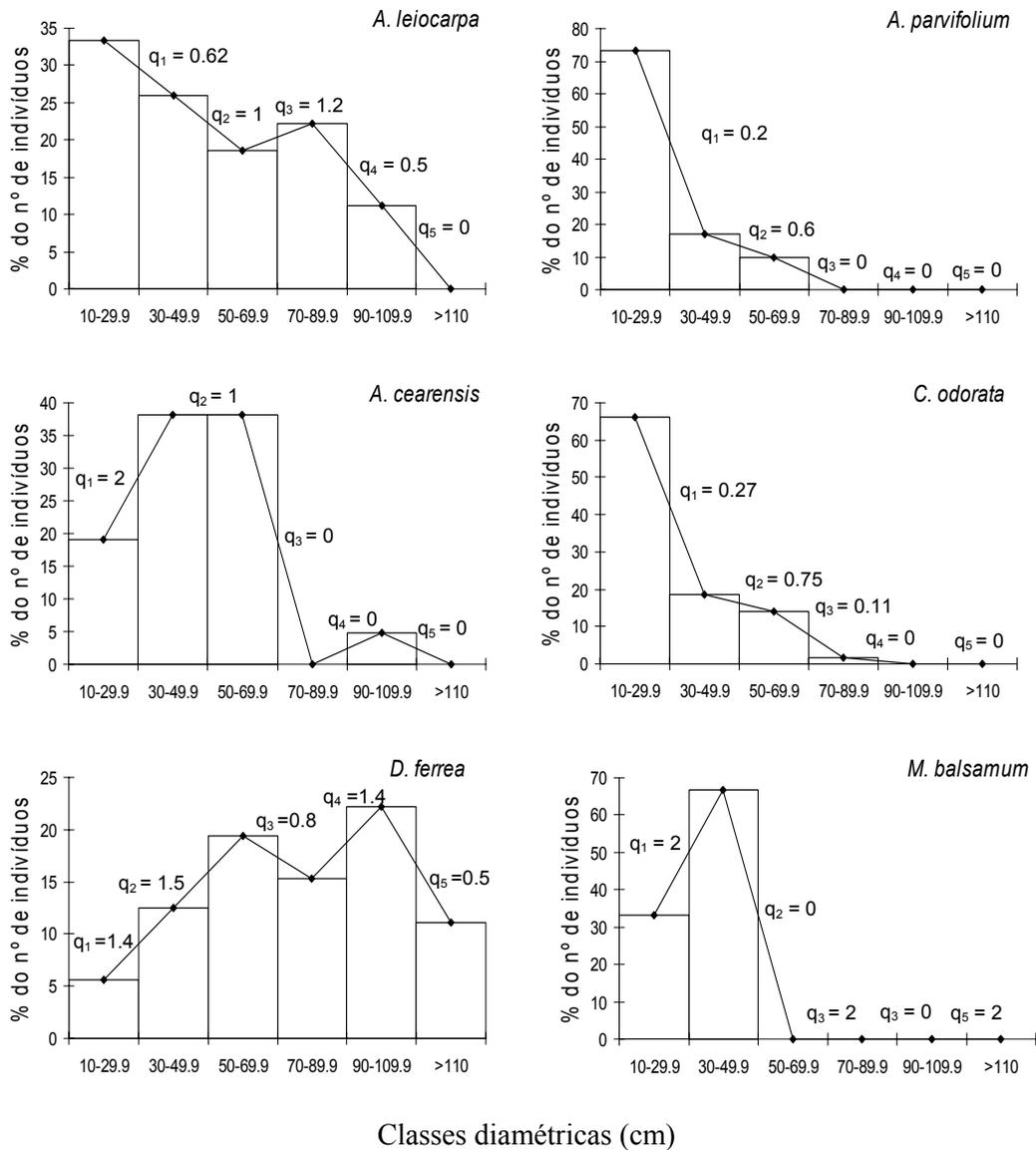


Figura 1.3 - Número de árvores por classe de diâmetro em cm, na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

Pouco mais de 75% dos indivíduos de *A. cearensis* amostrados (12 nas parcelas da terra firme e nove na encosta) estão concentrados nas classes 2 (30-49.9cm) e 3 (50-69.9cm), mas a sua distribuição em classes diamétricas não apresentou diferença significativa ( $H=9.64$ ;  $g.l.=5$ ;  $p=0.08$ ). Os valores do coeficiente “q” foram 2, 1, 0, 0, 0, indicando uma distribuição irregular e não balanceada entre o recrutamento e a mortalidade.

Mais da metade dos 27 indivíduos de *A. leiocarpa* ocorreu nas duas parcelas da terra firme e não apresentou representantes em VAR2 e ENC2 (Tabela 1.1), mas, a

distribuição em classes diamétricas não mostrou diferença significativa ( $H=5.6$ ; g.l.=5;  $p= 0.345$ ). O coeficiente “q” apresentou os valores 0.62, 1, 1.2, 0.5, 0 – o que indica que a espécie apresenta uma irregularidade estrutural.

*A. parvifolium*, a espécie mais abundante, apresentou 67% dos indivíduos amostrados em terra firme, 18% na encosta 15% na várzea (Tabela 1.1). A distribuição por classe diamétrica apresentou diferença significativa ( $H=20.50$ ; g.l.=5;  $p= 0.001$ ) entre as classes 1 e 3, 4, 5 e 6 e, entre as classes 2 e 4, 5, 6. Os valores do coeficiente “q” foram 0.23, 0.58, 0, 0, 0, indicando uma distribuição não balanceada para a população.

*C. odorata* ocorreu nos três ambientes, mas predominantemente (65% dos indivíduos) na várzea (Tabela 1.1). A distribuição por classe de tamanho apresentou diferença significativa ( $H=18.80$ ; g.l.=5;  $p=0.002$ ) entre as classe 1 (10-29.9cm) e 4 (70-89.9cm), 5 (90-109.9) e 6 (>100cm); entre as classe 2 (30-49.9cm) e 4, 5 e 6, e entre as classes 3 e 5, 6. Os valores 0.28, 0.75, 0.11, 0 e 0 do coeficiente “q” indicam que a população apresenta uma irregularidade estrutural, não-balanceamento entre recrutamento e a mortalidade.

*D. ferrea*, a segunda espécie mais abundante, apresentou 46% dos indivíduos em terra firme, 28% na encosta e 26% na várzea (Tabela 1.1). Com representantes em todas as classes, a população não apresentou diferença significativa ( $H=3.45$ ; g.l.=5;  $p=0.629$ ) quanto sua distribuição em classes diamétricas. A maior concentração (22%) ocorreu na classe 5 (90-109.9cm), mas, apesar do número reduzido de indivíduos jovens, os indivíduos com DAP maiores são potencialmente capazes de manter a disponibilidade de sementes na área, garantindo a manutenção da população, mesmo que possa haver uma alta taxa de mortalidade até o seu estabelecimento. Os valores do coeficiente “q” foram 1.37, 1.45, 0.75, 1.41, 0.47, indicando uma distribuição não balanceada entre recrutamento e mortalidade.

*M. balsamum* ocorreu apenas nas parcelas da terra firme, com um representante na classe 1 (10-19.9cm) e dois nas classes 2 (30-49.9cm).

Em uma população com estrutura equilibrada, a mortalidade decresce com o avanço da idade (Daubenmire, 1968). Os valores não constantes do coeficiente “q” indicam que todas as populações estudadas apresentam uma estrutura diamétrica irregular, onde o recrutamento não está compensando a mortalidade ao longo do tempo (Meyer, 1952; Felfili, 1997). Isso pode levar a uma mudança estrutural na floresta, já que essas espécies representam diferentes grupos sucessionais.

A irregularidade estrutural de *A. parvifolium* e *C. odorata*, causada pela concentração dos indivíduos nas classes inferiores, pode ter ocorrido em função do restabelecimento da população após eventual corte seletivo, no final dos anos 70, quando a Reserva ainda era um seringal. Outro aspecto que pode explicar o fato, é a presença de *Guadua weberbaueri*, um bambu capaz de suprimir o estabelecimento de algumas espécies (Griscon e Ashton 2003), causando falhas no recrutamento.

*D. ferrea* e *A. cearensis* apresentaram um padrão típico de espécies oportunistas ou especialistas de pequenas clareiras (*sensu* Denslow, 1980), com estrutura irregular, escassez de indivíduos nas menores classes de tamanho e em classes intermediárias, o que seria decorrente de algum distúrbio ou, devido à dependência de clareiras para regeneração ou, do rápido crescimento nos estágios iniciais de desenvolvimento (Gentry e Terborgh, 1990; Felfili, 1997; Killen *et al.*, 1998; Alves, 2000).

Muito embora, *A. leiocarpa* revele uma irregularidade estrutural causada, provavelmente, por falhas no recrutamento que são decorrentes da disponibilidade de luz, ou ainda, em função do corte seletivo, a espécie apresenta tendência a convergir para o equilíbrio entre mortalidade e recrutamento.

Segundo Lamprecht (1990), há três hipóteses que explicam estruturas irregulares de diâmetro: (1) a hipótese das espécies secundárias tardias, está relacionada com as espécies que vivem várias décadas em estratos superiores, mas só se regeneram em condições específicas, desaparecendo paulatinamente, (2) a teoria do mosaico em clímax, considera que os fatores determinantes de sítio, não correspondem apenas a uma comunidade florestal, mas combinam vários complexos florísticos, havendo um equilíbrio estrutural entre o clima, solo e vegetação, o que causa em diferentes épocas o acúmulo nos estratos inferiores ou superiores, e a (3) hipótese do desenvolvimento específico, onde a espécie, mesmo com número bastante reduzido de sucessores, mantém um número suficiente de árvores adultas para a conservação da população, já que os indivíduos que atingem o estrato superior são dominantes por decênios ou mesmo séculos. O mesmo autor ressalta que nenhuma das hipóteses tem validade universal, mas se completam.

### **Padrão de distribuição espacial**

A localização dos indivíduos dentro das parcelas pode ser observada na Figura – 1.5. *A. cearensis* e *D. ferrea* apresentaram padrão de distribuição aleatória em todos os

ambientes observados (Tabela 1.2). O mesmo padrão foi observado para *A. parvifolium* (TF1, ENC2 e VAR2), *A. leiocarpa* (TF1 e ENC1) e *C. odorata* (TF1, TF2, e VAR2). Para Nascimento *et al.* (2001), esse padrão de distribuição é atribuído à longevidade exibida pelas espécies.

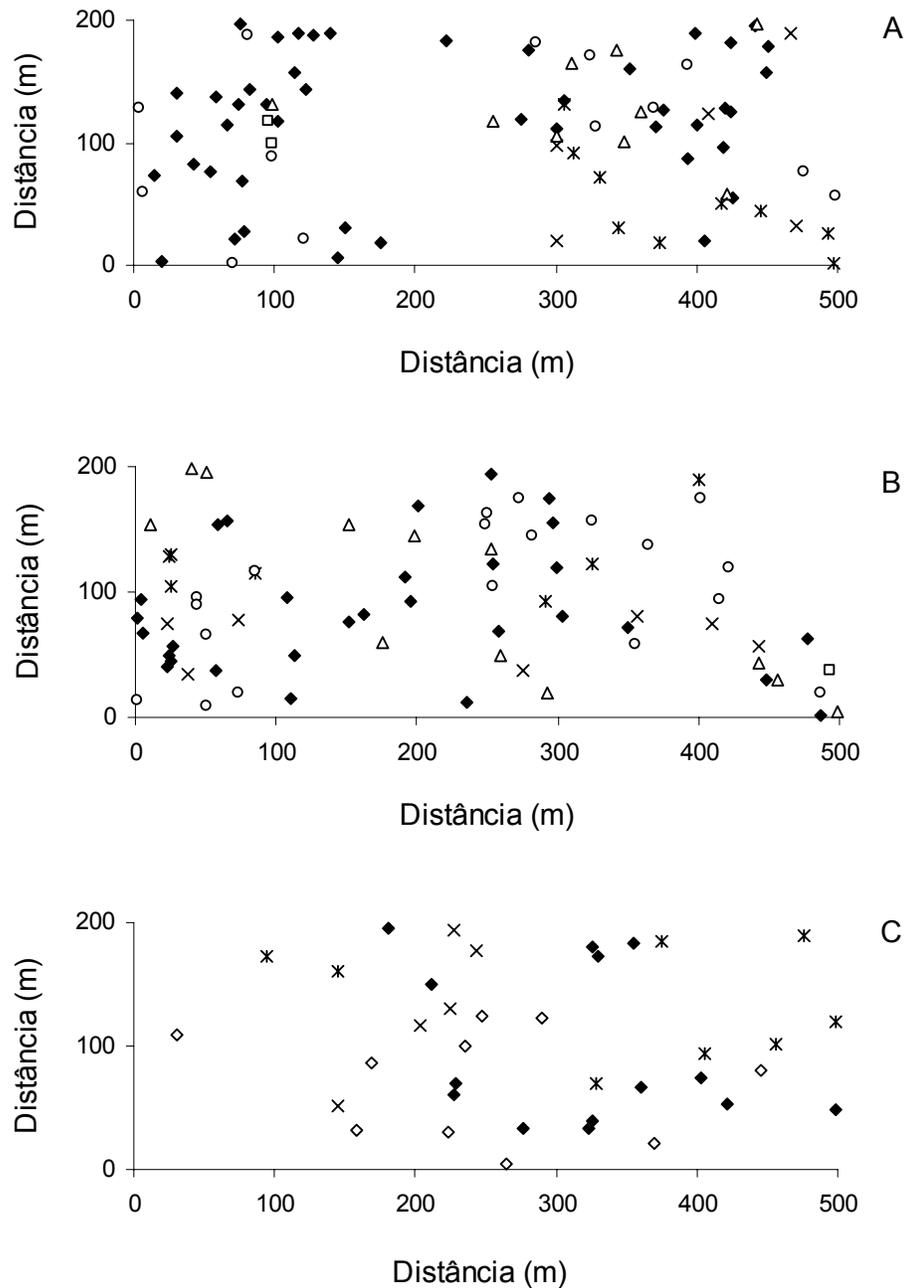
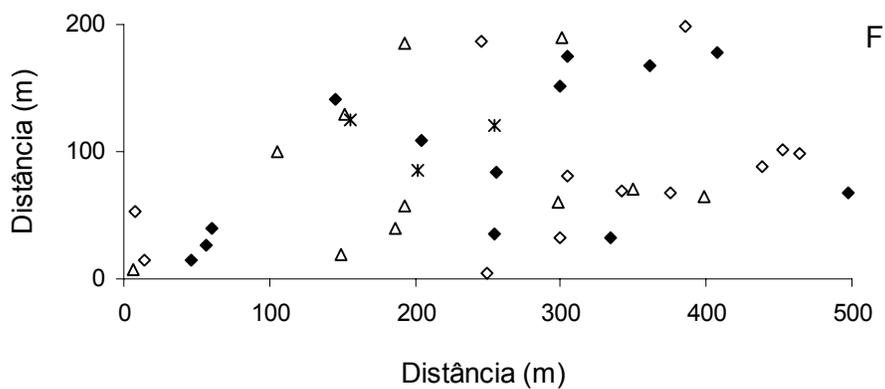
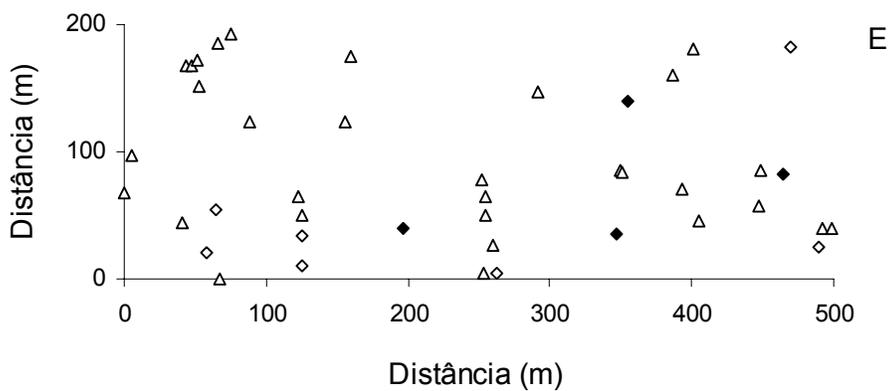
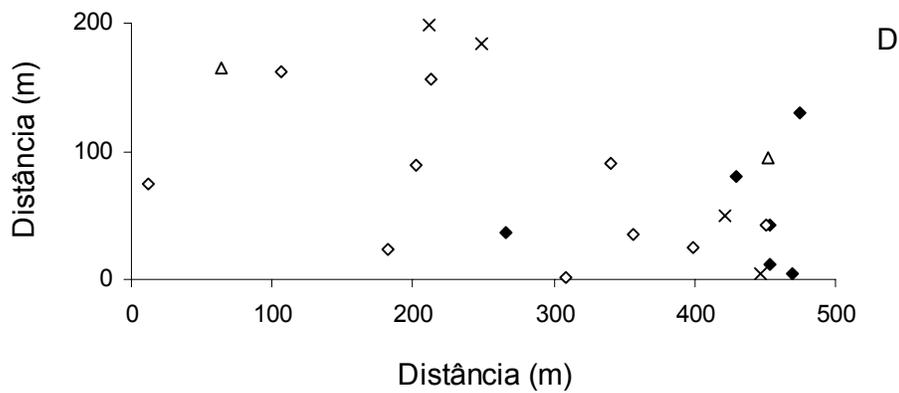


Figura 1.4 - Mapa de localização da ocorrência para todos os indivíduos da espécie *D. ferrea* (○), *A. acreana* (×), *A. leiocarpa* (∗), *A. parvifolium* (◆), *C. odorata* (△), *M. balsamum* (□) na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre. A. terra firme1, B. terra firme2 e C. encostal1.



Continuação da Figura 1.4 - Mapa de localização da ocorrência para todos os indivíduos da espécie *D. ferrea* (◊), *A. cearensis* (×), *A. leiocarpa* (\*), *A. parvifolium* (◆), *C. odorata* (△), *M. balsamum* (◻) na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre. D. encosta2, E. várzea1 e F. várzea 2.

Tabela 1.2 - Valores do Índice de dispersão (ID) e dos resultados estatísticos  $\chi^2$  (qui-quadrado), com seus respectivos padrão de distribuição observado (PD), A- Aleatório e G- Agregado, obtidos para as populações das espécies em estudo, no levantamento feito na terra firme (TF1 e TF2), encosta (ENC1 e ENC2) e várzea (VAR1 e VAR2) da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

	<i>A. parvifolium</i>			<i>A. cearensis</i>			<i>A. leiocarpa</i>			<i>C. odorata</i>			<i>D. ferrea</i>		
	ID	$\chi^2$	PD	ID	$\chi^2$	PD	ID	$\chi^2$	PD	ID	$\chi^2$	PD	ID	$\chi^2$	PD
TF1	1.23	60.55	A	1.32	65.02	A	1.06	52.10	A	1.06	52.1	A	1.06	52.39	A
TF2	1.63*	80.00	G	0.87	43.02	A	1.75*	85.86	G	0.94	46.32	A	1.02	50.00	A
ENC1	1.75*	86.00	G	1.32	65.02	A	0.85	41.99	A	-	-	-	0.81	40.01	A
ENC2	1.23	60.68	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.81	40.01	A
VAR1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.98	48.08	A	0.94	46.33	A
VAR2	1.06	52.39	A	-	-	-	-	-	-	1.77*	86.74	G	1.16	57.30	A

\* Valores significativos a 5% de probabilidade.

Embora não seja comum em populações vegetais, o padrão de distribuição aleatório foi detectado em *Astrocaryum gynacanthum* (Oliveira e Amaral, 2005) e *Hevea guianensis* e *Scleronema micranthum* (Rossi e Huguchi, 1998), em florestas de terra firme em Manaus, AM.

Em geral, a agregação é o tipo mais comum de distribuição não aleatória em populações de espécies arbóreas tropicais (Rossi e Huguchi, 1998; Condit *et al.*, 2000; Oliveira e Amaral, 2005), sendo caracterizado pelo grande vazio em muitas unidades amostrais e pela alta concentração de indivíduos em algumas amostras (Rossi e Huguchi, 1998).

Esse padrão foi observado em *A. leiocarpa* na parcela TF2, estando presente em 16% das sub-parcelas, em *A. parvifolium* na parcela ENC1 e TF2, cuja densidade por sub-parcelas variou de 0 a 4 indivíduos, em *C. odorata* na parcela VAR1, presente em 35% das sub-parcelas, cuja densidade máxima foi de 5 indivíduos.

A aplicação dos testes de distância (PQV e TTLQV) para *A. leiocarpa*, *A. parvifolium* e *C. odorata* (Figura 1.4), espécies que apresentaram distribuição espacial agregada, revelou variâncias com picos de agrupamento nos blocos de tamanho/espacamento até 3 e tamanhos próximos a 50% do total da parcela, sendo descartados como medidas aproximadas dos grupos, por conter viés associado ao teste (Campbell *et al.*, 1998). Os métodos TTLQV e PQV, apesar de sensíveis, apresentam algumas limitações quanto ao seu uso e correta interpretação, tais como: ressonância e falta de precisão nos picos (Hill, 1973, Dale, 1999).

Estes testes revelaram que *A. leiocarpa* apresenta um padrão aleatório na parcela TF2, com pouca oscilação na variância e picos pouco definidos, não corroborando

assim, o agrupamento detectado pelo Índice de Dispersão. Esse resultado pode se dar em decorrência do baixo número de indivíduos observados e utilizados nas análises (n=7).

Através do PQV, *C. odorata* exibe picos de agrupamento de aproximadamente 240 e 320m na VAR1, mas através do TTLQV, a espécie apresentou padrão aleatório, provavelmente, porque o método tende a detectar padrão espacial apenas em escalas maiores (Hill, 1973, Dale, 1999) que aquelas detectadas através do PQV e do Índice de Dispersão.

O método PQV, revelou que *A. parvifolium*, na ENC1, apresentou dois picos distantes aproximadamente 240 e 320m no eixo X, enquanto que através do TTLQV o pico ocorreu a aproximadamente 360m de distância do eixo X, havendo certa semelhança quanto à localização dos picos do método PQV. Assim, apesar de sua baixa abundância a população agregada, apresenta grupos bem definidos.

Através do PQV, *A. parvifolium* na TF2, apresentou grupos com distâncias de 140, 240 e 320m entre seus centros, e através do TTLQV, a espécie mostrou um pico, revelando um agrupamento em 240m. No entanto os grupos não são bem definidos, com intensidade baixa de agrupamento.

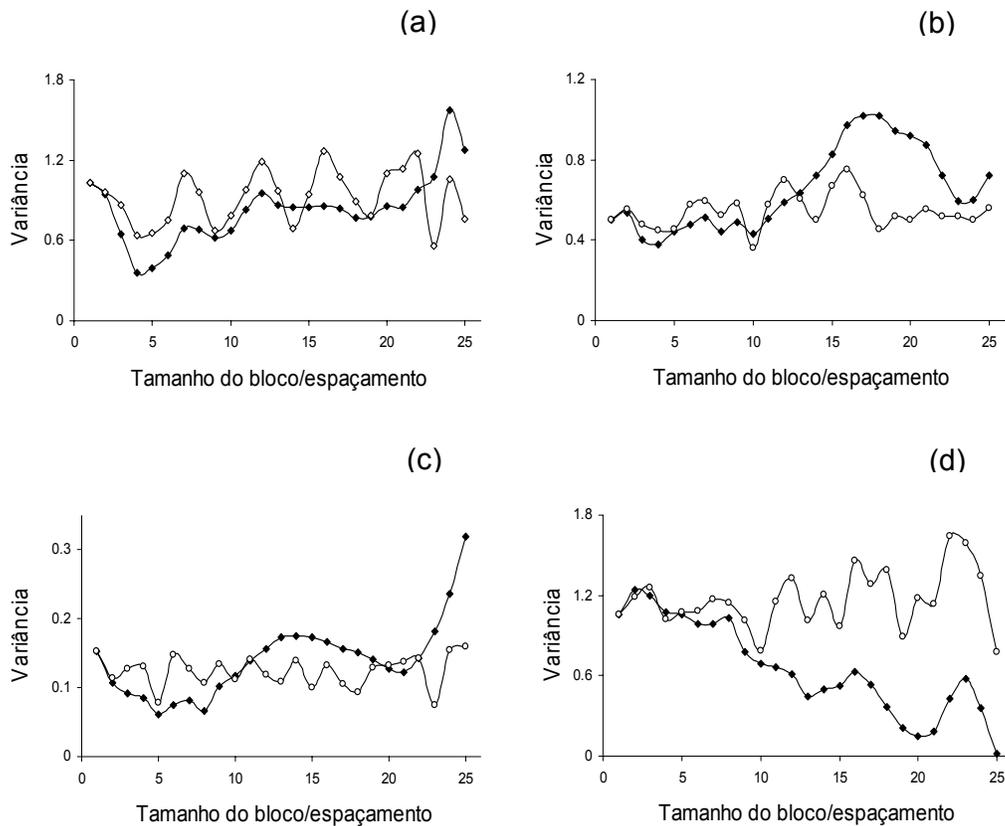


Figura 1.5 - Análise do padrão de distribuição espacial da *A. parvifolium* na TF2 (a), *A. parvifolium* na ENC1 (b), *A. leiocarpa* na ENC1 (c) e *C. odorata* na VAR1 (d) na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Ac, através o método de variância entre parcelas pareadas - PQV (—○—) e variância móvel entre blocos de parcelas - TTLQV (—◆—).

O padrão agregado pode ser explicado pela heterogeneidade ambiental, cuja disponibilidade dos recursos é irregular, o que distância da aleatoriedade ou uniformidade os seres vivos, tendendo a formar grupos (Legendre e Fortin, 1989; Thomas e Kunin, 1999).

Contudo, a história da floresta pode ser importante na organização espacial de populações e indivíduos, especialmente em se tratando de impactos antrópicos (Tremblay, 1997), como o corte seletivo que ocorreu na Reserva até o final dos anos 70, como indicado pela distribuição diamétrica de algumas populações aqui estudadas e sugerido por Fonseca *et al.* (2004), para explicar o agrupamento da espécie *Aspidosperma polyneuron*, em uma floresta semi-decídua.

## CONCLUSÃO

A análise dos dados coletados em 60ha amostrados na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre, revelou que:

A estrutura populacional de *Aspidosperma parvifolium* é representada por 1.9 ind.ha<sup>-1</sup> e por uma diferença significativa quanto à distribuição dos indivíduos por classe diamétrica, com alta concentração entre 10 a 29.9 cm de DAP. Seus indivíduos não ocorrem de forma aleatória ao longo da área, com concentração de 40% dos representantes na parcela terra firme1.

A densidade da população de *Dipteryx ferrea* foi de 1.2 ind.ha<sup>-1</sup>, com representantes ocorrendo em todas as parcelas, não diferiu quanto sua distribuição em classes diamétricas, nem quanto à ocorrência ao longo da área.

Com densidade de 1.08 ind.ha<sup>-1</sup>, *Cedrela odorata* apresentou diferença significativa quanto sua distribuição por classes diamétricas, com alta concentração de indivíduos entre 10 a 29.9 cm de DAP e ausência de indivíduos a partir de 90 cm de DAP. Ocorreu em todas as parcelas, mas sua abundância diferiu ao longo da área, com 48% dos representantes concentrados na parcela várzea1.

A estrutura da população de *Amburana cearensis* é representada por 0.35 ind.ha<sup>-1</sup> e a sua distribuição diamétrica mostrou concentrações de indivíduos entre 30 a 69.9 cm de DAP e ausência de representantes com DAP entre 60 e 109.9 cm. Embora amostrada apenas nas parcelas da terra firme e encosta, a ocorrência dos seus indivíduos na área não apresentou diferença significativa.

A estrutura da população de *Apuleia leiocarpa* apresentou uma densidade de 0,45 ind.ha<sup>-1</sup>, com ausência de indivíduos a partir de >110 cm de DAP e uma alta concentração entre 10 a 29.9 cm de DAP, no entanto não diferiu quanto à distribuição por classe diamétrica.

*Myroxylon balsamum* apresentou densidade de 0,05 ind.ha<sup>-1</sup> e só ocorreu nas parcelas da terra firme.

Nenhum indivíduo de *Hymenaea courbaril* foi amostrado neste trabalho.

Os valores do coeficiente “q” indicam que as populações de todas as espécies apresentam uma irregularidade estrutural e não-balanceamento entre recrutamento e a mortalidade, isto é, não há compensação pelo recrutamento, da mortalidade dos indivíduos ao longo do tempo. Essa constatação evidencia a necessidade de uma avaliação minuciosa da estrutura da população, quando se objetiva a exploração

madeira, de forma a garantir a permanência e disponibilidade das espécies para ciclos de cortes futuros.

O padrão aleatório de distribuição espacial foi observado para as espécies *A. cearensis* e *D. ferrea* em todas as parcelas observadas. O mesmo padrão foi observado nas espécies *A. parvifolium* na parcelas terra firme1, encosta2 e várzea2, para *A. leiocarpa*, nas parcelas terra firme1, encosta1, e para *C. odorata*, na parcela terra firme1, terra firme2 e várzea2.

O padrão de distribuição agregado encontrado para as populações de *A. parvifolium* na parcela encosta1 e terra firme2, *C. odorata* na parcela várzea1 e *A. leiocarpa* no parcela terra firme2, pode estar relacionado, tanto com estratégias de dispersão zoocórica, quanto com a disponibilidade dos recursos e ainda com ação antrópica pretérita. Da mesma forma, estes parâmetros podem influenciar a estrutura etária e determinar a ocupação das classes de tamanho das espécies consideradas como oportunistas.

#### **BIBLIOGRAFIA CITADA**

- Almeida, S.; Lisboa, P.; Silva, A. 1993. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na estação científica "Ferreira Pena", em Caxiuana (Pará). Bolm. Mus. Paraense Emilio Goeldi. Ser. Botânica. Pará, 9(1): 93-128.
- Alves, L. F. 2000. Estrutura, dinâmica e alometria de quatro espécies arbóreas tropicais. Tese de doutorado Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. Campinas, São Paulo. 140pp.
- Alvino, P. de O.; Silva, M. F. F. da e Rayol, B. P. 2005. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. *Acta Amazônica*, 35(4): 413 – 420.
- Amaro, M. 1996. *Análise da Participação da Seringueira (Hevea brasiliensis), Castanheira (Bertholletia excelsa) e das Principais Espécies Madeiras na Estrutura da Floresta, Trecho Rio Branco – Cruzeiro do Sul (AC) da BR 364.* Dissertação de Mestrado. Manaus. INPA/FUA.
- Araújo, H. J. B. de. 2008. Manejo Florestal: o embate entre as tendências e as barreiras disponível em: <[http://www.cpafac.embrapa.br/chefias/cna/artigos/manejo\\_herinq.htm](http://www.cpafac.embrapa.br/chefias/cna/artigos/manejo_herinq.htm)> Acesso em: 02mar2008.
- Barreto, P. G.; Vidal, E. J. da S. 1998. *Floresta para Sempre: um Manual para Produção de Madeira na Amazônia.* Belém: Imazon. pp 130.

- Budowski, G. 1963. Forest succession in tropical lowland. *Turrialba*, 13(1): 43-4.
- Campbell, J. E.; Franklin, S. B.; Gibson, D. J.; Newman, J. A. 1998. Permutation of two-term local quadrat variance analysis: General concepts for interpretation of peaks. *Journal of Vegetation Science*, 9 (1): 41-44.
- Condit, R., Ashton, P.S., Baker, P., Bunyavejchewin, S., Gunatilleke, S., Gunatilleke, N., Hubbell, S.P., Foster, R.B., Itoh, A., LaFrankie, J.V., Lee, H.S., Losos, E., Manokaran, N., Sukumar, R. e Yamakura, T. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*, 288:414–1418.
- Carvalho, D. A.; Oliveira Filho, A. T.; Vilela, E. A. *et al.* 2005. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(2): 329-345.
- Dale, M. R. 1999. *Spatial pattern Analysis in plant ecology*. Cambridge studies in ecology. 326p
- Daubenmire, R. 1968. *Plant Communities: a textbook of plant synecology*. Harper e Row Publishers. New York.
- Denslow, J. S. 1987. Gap partitioning among Tropical Rain Forest Trees. *Tropical Succession*, 47-55.
- Durigan, G.; Rodrigues, R.; Schiavini, I. 2000. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, São Paulo. pp. 159-167.
- Felfili, J. M. 1997. Diameter and height distributions in a gallery forest tree community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-19991). *Revista Brasileira de Botânica*, 20:155-162.
- Fonseca, M. G; Martini A. M. Z. Santos F. A. M. 2004. Spatial structure of *Aspidosperma polyneuron* in two semi-deciduos forest in Southeast Brazil. *Journal of Vegetation Science*, 15:4-48.
- FUNTAC – Fundação de tecnologia do Acre. 1990. *Inventário Florestal e Diagnostico da Regeneração Natural da Floresta Estadual do Antimary*. Rio Branco, AC.
- Gentry, A. H. e Terborgh, J. 1990. Composition and dynamics of the Cocha Cashu "mature" floodplain forest. In *Four neotropical rain forests* (A.H. Gentry, ed.). Yale University Press, London. pp.543-563.
- Gomes, A. P. C.; Souza, A. L. de; Meira Neto, J. A. A. 2004. Alteração estrutural de uma área florestal explorada convencionalmente na bacia do Paraíba do Sul,

- Minas Gerais, nos domínios de Floresta Atlântica. *Revista Árvore*, 28(3):407-417.
- Greig – Smith, P. 1983. *Quantitative plant ecology*. Univesity of Califórnia Press Berkeley (Studies in Ecology, 9), Bekerley.
- Griscom, B.W e Ashton, P. M. S. 2003. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru. *Forest Ecology and management* 2003: 445-454.
- Hay, J. D.; Bizerril, M. X.; Calouro, A. M.; Costa, E. M. N.; Ferreira, A. A.; Gastal, M. L. A.; Goes Júnior, C. D.; Manzan, D. J.; Martins, C. R.; Monteiro, J. M. G.; Oliveira, S. A.; Rodrigues, M. C. M.; Seyffarth, J. A. S. e Walter, B. M. T. 2000. Comparação do padrão de distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado em Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, 23: 341-347.
- Hill, M. O. 1973. The intensity of spatial pattern in plant communities. *Journal of Ecology*, 61: 225-235.
- Hubbell, S. P. e Foster, R. B. 1987. La estructura espacial en gran escala de un bosque neotropical. *Revista de Biología Tropical*, 35: 7-22.
- Jardim, F. e Fernandes, N. 1983. Inventário Florestal do Projeto Esperança – Novo Aripuana, Amazonas. *Relatório Técnico*, Dept. Silvicultura Tropical, INPA, Manaus, Amazonas.
- Kageyama, P. Y. e Lepsch-Cunha, N. M. 2001. Singularidade da biodiversidade nos trópicos. In: *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento* (I. Garay & B.F.S. Dias, coords.). Editora Vozes, Petrópolis.
- Killen, T. J.; Jardim, A.; Mamani, F. e Rojas, N. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chaquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 803-827.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura nos Trópicos*. Hamburg: GTZ, 343p.
- Lentini, M.; Pereira, D.; Celentano D.; Pereira R. 2005. *Fatos Florestais da Amazônia*. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia.
- Legendre, P.; Fortin, M. J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio*, 80: 107-138.
- Ludwig, J. 1979. *A test of different quadrat variance methods for the analysis of spatial pattern*. International Cooperative Publishers, Fairland.

- Ludwig, L. e Reynolds, J. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. New York.
- Medina, E. 1987. Aspectos ecofisiológicos de las plantas CAM en los trópicos. *Revista de Biología Tropical*, 35: 55-70.
- Meyer, H. A. 1952. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. *Journal of Forestry*, 50(2): 85-92.
- Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF. 1979. *Pulamazônia – Pólo Acre*. Inventário Florestal volume II – Tabela de quadros. Distrito de Rio Branco- Santa Isabel Florestas LTda.
- Münzbergová, S. 2004. Effect of spatial scale on factors limiting species distributions in dry grassland fragments. *Journal of Ecology*, 92: 854–867.
- Nascimento, A.; Longhi, S.; Brena, D. 2001. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta mista em Nova Prata, RS. *Ciência Florestal*, 11(1): 105-119.
- Oliveira, A. N. de e Amaral, I. L. 2005. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de dm sub-bosque de terra firme da Amazônia central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, 35(1): 1 – 16.
- Purves, W e Law, R. 2002. Fine-scale spatial structure in a grassland community: quantifying the plant’s-eye view. *Journal of Ecology*, 90: 121–129.
- Pulz, F. A.; Scoforo, J. R.; Oliveira, A. D. de; Melo, J. M.; Oliveira Filho, T. de. 1999. Acuracidade da precisão da distribuição diamétrica de uma floresta inequiana com a matriz de transição. *Cerne*, 5:1-14.
- Rossi, L. e Higuchi, N. 1998. Comparação entre métodos de análise do padrão espacial de oito espécies arbóreas de uma floresta tropical úmida. In: *Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo*. Editado por Gascon, C. e Montinho, P. Manaus-Am.
- Silveira, M. 2005. *A Floresta Aberta com Bambu no Sudoeste da Amazônia: Padrões e Processos em Múltiplas Escalas*. Editora da UFAC, Rio Branco.
- Tremblay, R. 1997. Distribution patterns of individuals in nine species of *Lepanthes* (Orchidaceae). *Biotropica*, 29(1): 38-45.
- Thomas, C. D.; Kunin, W. E. 1999. The spatial structure of populations. *Journal of Animal Ecology*, 68: 647-657.

## **Capítulo 2**

**Determinantes ecológicos da distribuição e abundância das espécies: efeitos da abertura do dossel, umidade, fertilidade e textura do solo.**

## INTRODUÇÃO

Há muito se sabe que as variáveis ambientais determinam os padrões de ocorrência e distribuição de espécies vegetais (Humboldt, 1858). O clima, o solo (Hubbell e Foster, 1986), a topografia (Gale, 2000), a disponibilidade de água, (Condit *et al.*, 1995) e o histórico de perturbação (Primack e Rodrigues, 2001), são os principais condicionantes da existência e do sucesso de um organismo, influenciando sua ocorrência, abundância e distribuição geográfica e espacial das espécies (Clark *et al.*, 1998; Takyu *et al.*, 2002; John *et al.*, 2007, Engelbrecht *et al.*, 2007).

A fertilidade do solo, por exemplo, influencia a distribuição das espécies na escala de paisagem (Tuomisto *et al.*, 2002; Jonh *et al.*, 2007), em média escala (Clark *et al.*, 1998) e na escala local (Harms *et al.*, 2001). Esse fato também foi evidenciado para a topografia (Gunatilleke *et al.*, 2006) e declividade (Clark *et al.*, 1999), textura do solo (Kwon *et al.*, 2007), e regime hídrico (van den Berg e Oliveira, 1999; Brotel *et al.*, 2002). Por outro lado, generalizações não são possíveis diante das diferenças climáticas, da diversidade de habitat e de barreiras migratórias dentro e entre as Florestas Tropicais (Clinebell *et al.*, 1995; Parmentier *et al.*, 2007; Macía *et al.*, 2007; Rull e Nogué, 2007; Punyasena *et al.*, 2008).

A região sudoeste da Amazônia, especificamente o estado do Acre, não apresenta grandes variações altimétricas (110m ao longo dos principais rios até 750m na Serra do Divisor), embora apresente fortes declives à medida que se avança para o oeste do estado (Acre, 2006) e é justamente esta região o palco do avanço da fronteira madeireira (Lentini *et al.*, 2005).

Acreditando na vocação florestal do Estado do Acre, o governo estadual tem adotado como política de exploração madeireira, o sistema de planos de “manejo florestal sustentável”. Mesmo sendo rígidas as regras impostas por essa política, o Estado foi o único que aumentou a produção de toras, entre os estados da Amazônia Legal. Em 1998 foram consumidos 200 mil m<sup>3</sup> de toras, aumentando para 420 mil m<sup>3</sup> em 2004 (Lentini *et al.*, 2005).

No entanto, apesar da amplitude de opções de espécies madeireiras exploradas pelo manejo florestal, em relação à exploração convencional, a maior pressão de extração ainda permanece sobre um pequeno número de espécies (Castro, 2005).

Devido a esta expansão da fronteira de ocupação e extração, o conhecimento sobre a influência deste tipo de relevo (e outros fatores ambientais associados a um gradiente topográfico) nos padrões de ocorrência e distribuição das espécies

madeireiras, é de extrema importância como subsídio aos planos de manejo das mesmas, de forma que a intensidade de exploração, o ciclo de corte e os tratamentos silviculturais possam ser ajustados.

A disponibilidade de informações sobre os possíveis fatores e mecanismos que provocam a diminuição real ou potencial da abundância e distribuição das espécies, tornam a conservação e o planejamento de sua utilização comercial mais viável e factível, sem que haja prejuízos sérios para a manutenção de suas populações.

Com base neste cenário, este estudo teve como objetivo verificar as relações entre as espécies *Dipteryx ferrea* Ducke. (Cumaru-ferro), *Cedrela odorata* L. (Cedro rosa); *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. var. *acreana* (Cerejeira ou Cumaru de cheiro); *Aspidosperma parvifolium* A. DC. (Amarelão); *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (Cumaru-cetim), e as variáveis ambientais (1) abertura de dossel, (2) fertilidade do solo, (3) textura e (4) umidade do solo, como fatores limitantes na abundância e distribuição das espécies ao longo de um gradiente topográfico e ambiental na Reserva Florestal Humaitá.

## **MATERIAL E MÉTODO**

Para uma descrição da área de estudo e caracterização das espécies abordadas no presente capítulo, ver os itens Área de estudo e Espécies estudadas na Introdução Geral.

Foram definidas operacionalmente três unidades de relevo, seguindo uma topossequência partindo do platô até a planície aluvial do rio Acre. Desta forma, as parcelas foram alocadas em três ambientes, denominados aqui como terra firme, encosta e várzea, cujas definições seguem:

- terra firme – a porção de maior altitude relativa na Reserva (altitude média 179 metros), que corresponde aos platôs;
- encosta – a porção intermediária, onde observa-se uma maior rugosidade do terreno e uma altitude relativa (altitude média de 151 m);
- várzea – porção inferior da topossequência (altitude média de 130 m), que corresponde a planície Quaternária da calha do rio Acre, onde o solo permanece parte do ano encharcado (período das chuvas) pela elevação do lençol freático.

### **Amostragem e mapeamento dos indivíduos**

Evitando áreas próximas às bordas e buscando o máximo de representatividade, com base em uma imagem do sensor Landsat5/TM de setembro de 2005, seis parcelas

de 10ha medindo 500m x 200m foram estabelecidas em três ambientes: duas parcelas na terra firme, tratadas nesse estudo como TF1 e TF2, duas parcelas na várzea tratadas como VAR1 e VAR2 e duas parcelas área de transição terra firme-várzea tratadas como ENC1 e ENC2 (Figura 1). Cada parcela foi dividida em 10 sub-parcelas contíguas de 100 x 100m (1 ha), totalizando 60 hectares de amostragem.

Em cada parcela foram abertas linhas eqüidistantes de 50 metros. Os eixos “Y” foram subdivididos em intervalos de 25m. Perpendicularmente, a linha “X” mede à distância da árvore avaliada em relação à linha “Y”, cuja distância máxima é de 25m.

Nas amostras de 10ha foram marcados todos os indivíduos das espécies selecionadas, que apresentaram diâmetro maior ou igual a 10cm, medido a 1,30m de altura do solo (referido daqui em diante como DAP). Esses indivíduos foram mensurados quanto ao diâmetro e deles foram coletadas amostras botânicas para a determinação das espécies. As amostras estéreis foram depositadas no Laboratório de Botânica e Ecologia Vegetal do Departamento de Ciências da Natureza e as férteis no Herbário da Universidade Federal do Acre, onde foram identificadas através de comparação com as exsicatas da coleção ou com a literatura especializada. As amostras das Leguminosas foram examinadas pelo especialista Dr. Haroldo Cavalcante de Lima.

### **Abertura de dossel**

Considerando que a radiação solar está entre os fatores que influenciam a distribuição e dinâmica das florestas, a caracterização da abertura de dossel e conseqüente, a entrada de luz, foi feita através do densiômetro de copa, que reflete uma amostra do dossel em um espelho côncavo quadriculado, onde a porcentagem de abertura é feita através da contagem dos quadrados interceptados pelos galhos e folhas.

Em cada linha das sub-parcelas foram localizados cinco pontos eqüidistantes 25m, totalizando 15 pontos por sub-parcela, dos quais foram sorteados seis pontos, onde foram feitas quatro medidas (norte, sul, leste, oeste), entre os dias 25 de julho a 30 de agosto de 2007.

Este método tem a vantagem de não ter fortes interferências da hora do dia em que se faz a medida, nem a presença ou ausência de nuvens, sendo recomendado por Nuttle (1997), quando se objetiva verificar a influência do dossel sobre a vegetação.

## **Umidade do solo**

Para avaliar a umidade do solo, foram coletados 20 gramas da camada superficial do solo, após a retirada da serrapilheira, as coletas foram efetuadas entre oito horas e meio dia, nos dias 15 e 16 de setembro (pico da seca no Estado), em quatro pontos nas extremidades das sub-parcelas. Cada amostra foi acondicionada em saco plástico separadamente, tomando-se o cuidado de retirar todo o ar. Após pesagem do peso fresco, o solo foi levado à estufa a temperatura constante de 59°C por 72 horas, para obtenção do peso seco.

A percentagem de umidade do solo foi obtida através da formula:

$$\% = \frac{(PF - PS)}{PF} \times 100$$

onde:

PF = peso fresco

PS = peso seco

## **Fertilidade e textura do solo**

O solo foi coletado na profundidade de 0-20cm para análise química e de 0-10cm<sup>1</sup> para análise textural. As coletas foram feitas, em cinco pontos, dois no início, um no centro e dois no final de cada parcela (amostras simples) e misturados posteriormente para formar uma amostra representativa (amostra composta) de 500g. As amostras foram embaladas em sacos plásticos e identificadas de acordo com, a área amostrada, o número da unidade amostral, o número da amostra e a profundidade (Tomé Jr, 1997).

Os parâmetros químicos avaliados foram: pH em água, P e K disponível (Mehlich-1), Ca, Mg, e Al trocável (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), H + Al (acetato de cálcio, pH 7 1 mol L<sup>-1</sup>), Na (ácido clorídrico 0.05 mol L<sup>-1</sup> + ácido sulfúrico 0.025 mol L<sup>-1</sup>), carbono orgânico (dicromato de potássio) e classe textural. Os cálculos de soma de base, saturação de bases e capacidade de troca de cátions foram feitos conforme EMBRAPA (1997). As análises físico-químicas foram feitas no laboratório de solos da Universidade Federal do Acre.

---

<sup>1</sup> Embora os solos para análise física tenham sido coletados nas duas profundidades, devido a falhas instrumentais no laboratório de solos não foram analisadas as amostras de 10 a 20cm de profundidade, para textura do solo.

## **Processamento e análise dos dados**

Os valores extremos ou *outliers* foram determinados e descartados, pelo modelo de Rosner (1995), em nível de decisão  $\alpha = 0.05$ .

Os mapas da abertura de dossel, foram feitos usando o programa SURFER 32, versão 6.1.

A ordenação de dados abióticos com a vegetação deu-se por meio de uma Análise de Componentes Principais (ACP). Visando identificar uma relação mais estreita entre as variáveis ambientais e a composição e distribuição das espécies, posteriormente foi calculada a correlação das variáveis com a vegetação por meio de uma Análise de Correspondência Canônica (ACC) (ter Braak, 1987), conforme orienta Kent e Ballard (1988).

Para a realização da ACC foram elaboradas duas matrizes: uma da abundância das espécies, por parcela, e outra de variáveis ambientais. A matriz de abundância das espécies foi composta pelas espécies que apresentaram 20 ou mais indivíduos na amostra total. Os valores dessa matriz foram transformados pela expressão  $\ln(a+1)$ , para compensar alguns valores muito elevados (ter Braak, 1995).

Tanto a ACP quanto a ACC foram aplicadas usando o programa PC-ORD (McCune e Mefford, 1999).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Abertura de dossel**

A abertura de dossel foi significativamente diferente ( $H=13.41$ ,  $g.l.=2$ ;  $p=0.001$ ) entre os ambientes (Figura 2.1). A encosta tem o dossel mais fechado que a terra firme ( $p= 0.000$ ) e várzea ( $p=0.001$ ), não havendo diferença significativa entre várzea e terra firme ( $p= 0.792$ ). Os resultados da abertura do dossel para cada parcela e sub-parcela encontram-se no Apêndice I.

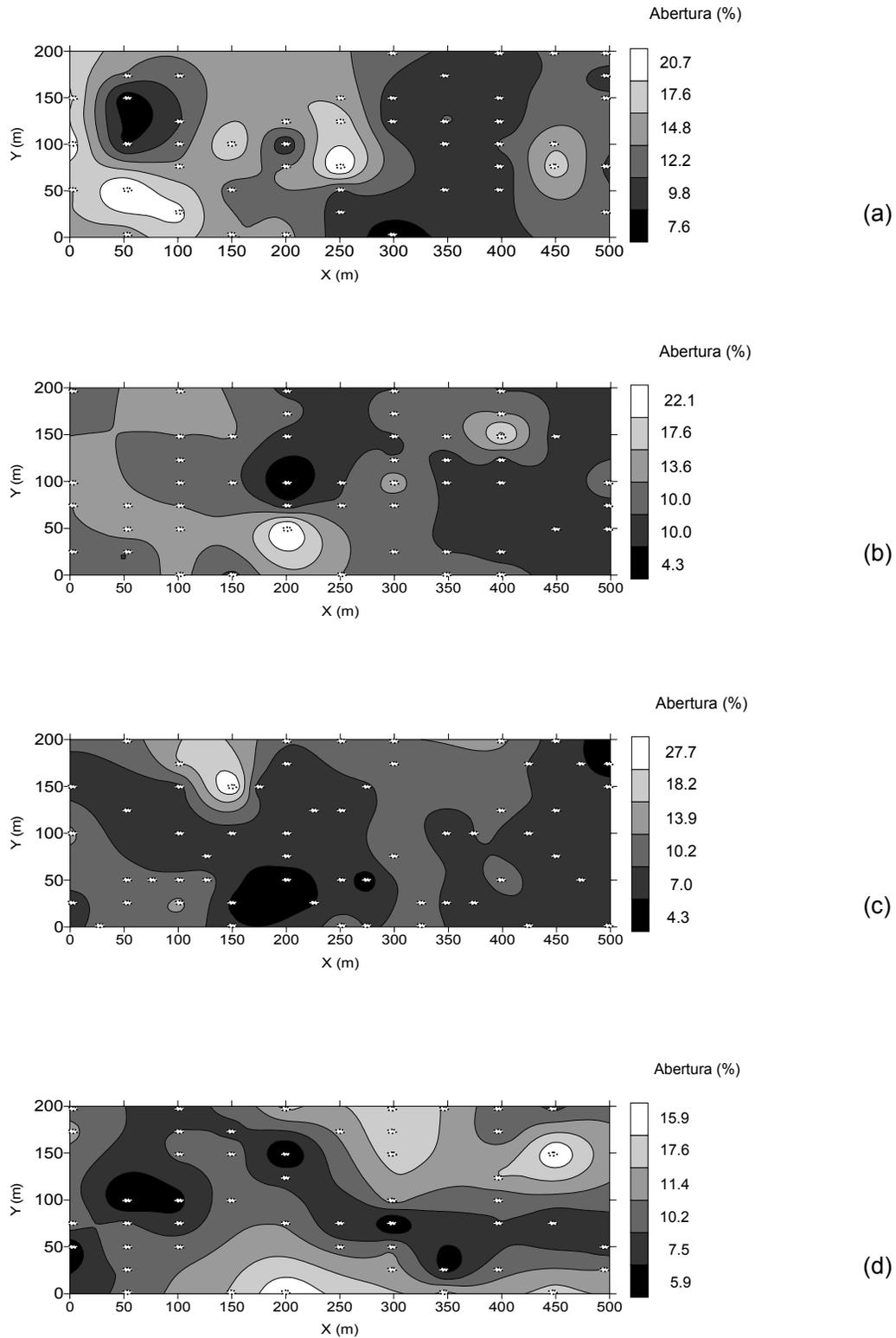
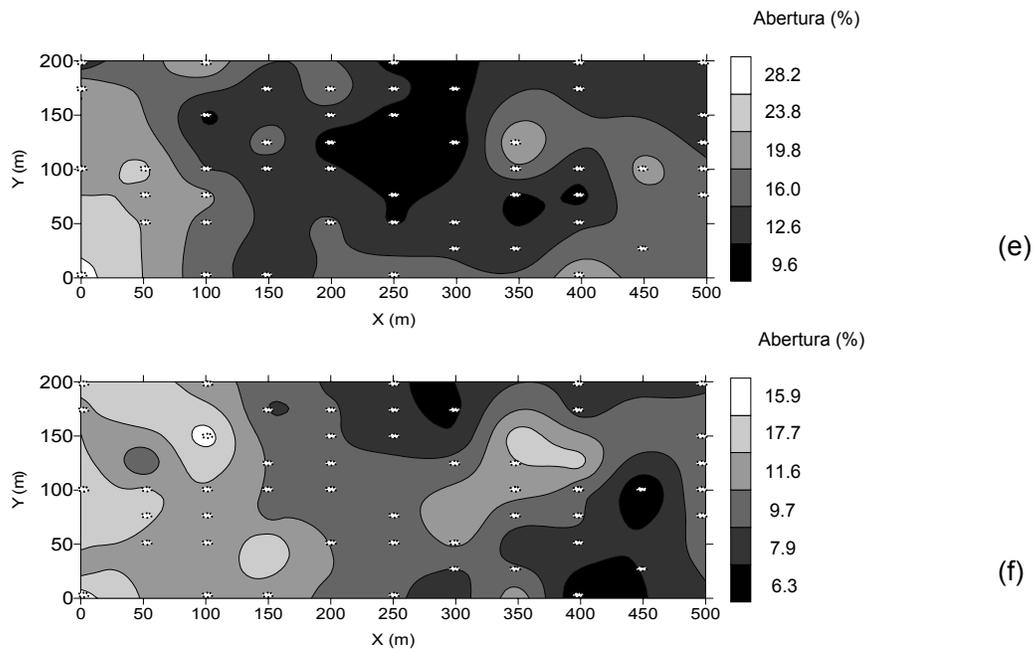


Figura 2.1 - Abertura de dossel das parcelas, (a) terra firme 1 (b) terra firme 2 (c) encosta 1 (d) encosta 2, na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre. Os círculos abertos correspondem os locais onde foram feitas as leituras. Os limites aproximados dos transectos em relação ao mapa da área, são apresentados na Figura 1.



Continuação da Figura 2.1 - Abertura de dossel das parcelas, (e) várzea 1 (f) várzea 2 na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre. Os círculos abertos correspondem os locais onde foram feitas as leituras. Os limites aproximados dos transectos em relação ao mapa da área são apresentados na Figura 1.

Este resultado pode estar relacionado à estrutura da floresta, onde (1) na terra firme, a dominância de *Guadua weberbaueri*, imprime uma maior dinâmica de abertura de clareiras no dossel e (2) na várzea, devido à alta densidade de palmeiras e sua típica arquitetura foliar aumenta a entrada de luz até o solo, fato também observado por Rocha (2002). Além disto, considerando o fator sazonal, deve-se observar a deciduidade de algumas espécies presentes na área (e.g *Pseudobombax* spp.; *Ceiba* sp.; *Castila ulei*, *Eritrina verna*, Brasil. I, dados não publicados).

A Figura 2.2 apresenta a média, desvio padrão e erro padrão para a abertura do dossel da terra firme, encosta e várzea. Segundo Fiala *et al.* (2006), não costuma haver diferença significativa entre as medições da abertura de dossel, feitas com o densiômetro de copa e fotografias hemisféricas. Assim, os valores de abertura observados na Reserva, foram de forma geral mais altos que os encontrados em Minas Gerais, por Silva Jr. (2004), na floresta estacional semidecidual da Zona da Mata (média variando entre 1.28% a 6.8%), e por van den Berg e Santos (2003), em uma área de floresta de galeria (média de abertura de 9.91%), e nas florestas tropicais da Sumatra,

com médias de abertura variando entre 2.8% a 4.3% (Trichon *et al.*, 1998), fortalecendo o caráter aberto das florestas do Acre.

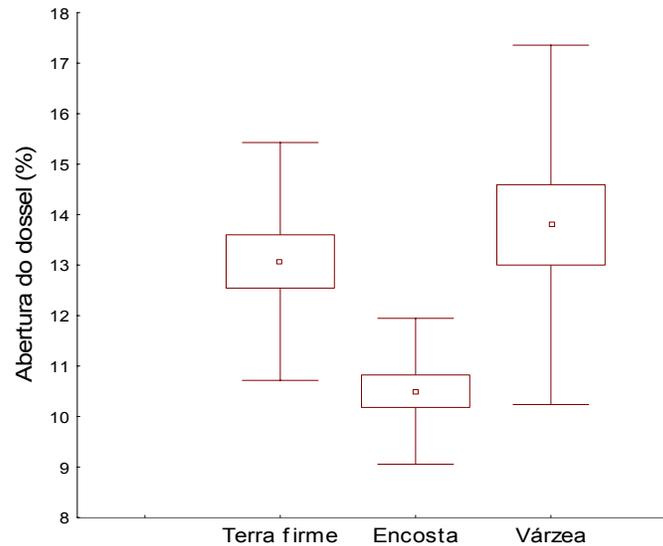


Figura 2.2 - Média (□), erro padrão (□) e desvio padrão (—) da abertura do dossel na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

### Umidade do solo

Os resultados de umidade do solo para cada parcela e sub-parcela encontram-se no Apêndice I. A Figura 2.3 apresenta a média, desvio padrão e erro padrão para a umidade do solo da terra firme, encosta e várzea. A diferença foi significativa ( $H=13.41$ ;  $g.l.=2$ ;  $p= 0.001$ ), entre os ambientes, de forma que, o solo da várzea, foi mais úmido que o solo da encosta ( $p= 0.002$ ) e da terra firme ( $p= 0.001$ ).

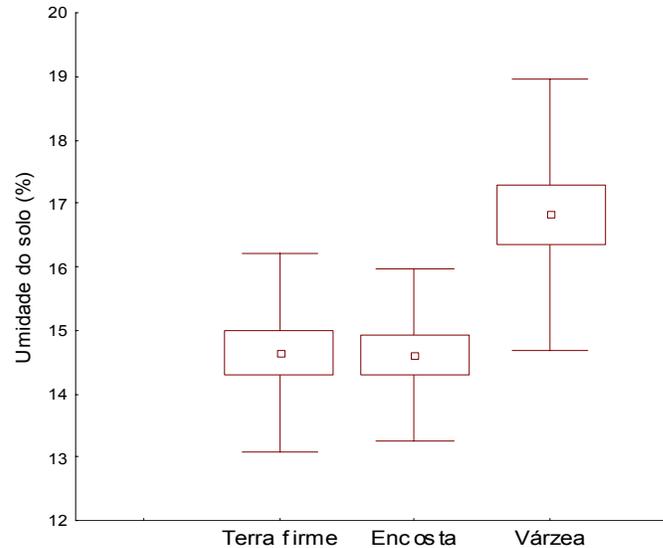


Figura 2.3 - Média (□), erro padrão (□) e desvio padrão (┌┐) da umidade do solo na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

Resultados similares também foram encontrados por Becker *et al.* (1988) e Daws *et al.* (2002), em uma floresta tropical semi-decídua da ilha de Barro Colorado no Panamá, onde, durante a estação seca, a umidade do solo é menor em direção ao topo (planalto) e maior na parte inferior da encosta.

A influência da topografia na variação da umidade do solo não pode ser generalizada, já que outros fatores influenciam diretamente na umidade do solo, como a precipitação, declive (Daws *et al.* 2002), além da estrutura do solo (Brady e Weil, 1999).

A maior umidade das parcelas da várzea está provavelmente correlacionada com a proximidade do rio Acre, já que há uma tendência natural que as linhas de drenagem corram nessa direção. Estudos que demonstram associação da umidade com a proximidade de rios e conseqüente mudança na vegetação foram conduzidos por Oliveira-Filho *et al.* (1998), van den Berg e Santos (2003) e Hupp e Rinaldi (2007).

### Textura do solo

A textura do solo na terra firme (TF1 e TF2) varia de Franco a Franco siltoso. Nas parcelas localizadas na encosta (ENC1 e ENC2), a textura variou de Franco argilo siltoso a Franco siltoso. Já nas parcelas da várzea (VAR1 e VAR2), a textura variou de Franco a Franco argilo siltoso (Apêndice II; Figura 2.4).

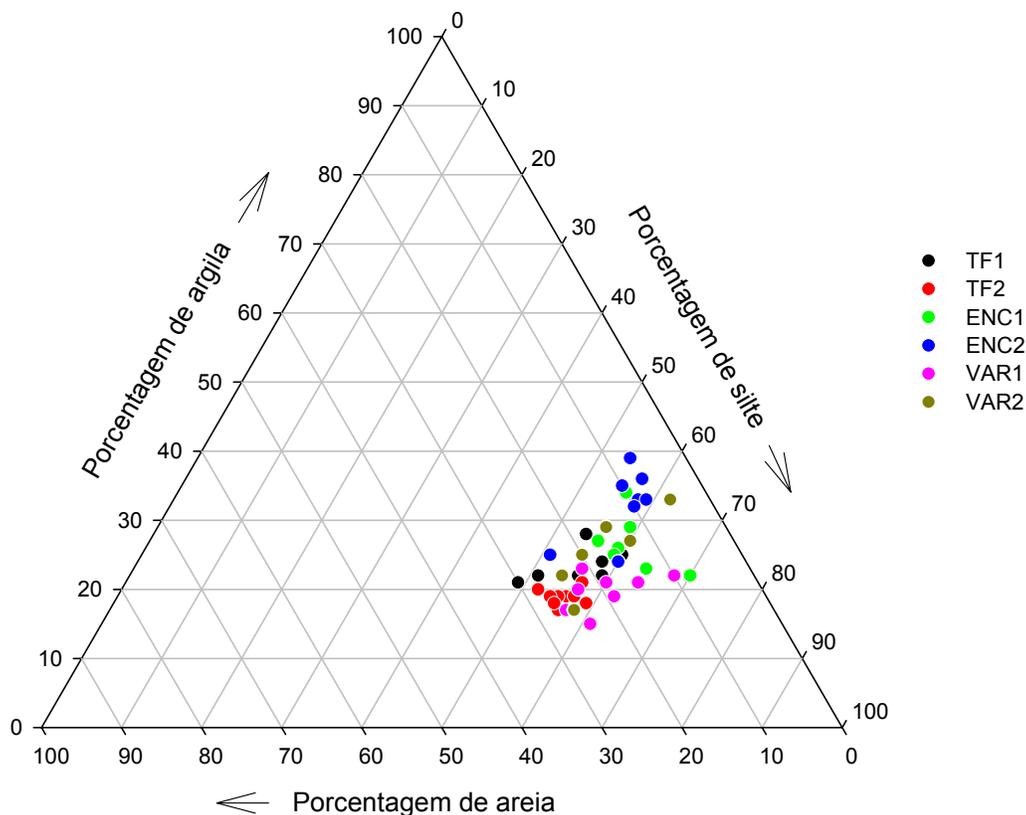


Figura 2.4 - Localização das parcelas no gráfico de classes texturais: terra firme (TF1 e TF2), encosta (ENC1 e ENC2), várzea (VAR1 e VAR2), na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

A porcentagem de argila foi significativamente diferente ( $H=19.87$ ;  $g.l.=2$ ;  $p=0.000$ ) entre os ambientes, com maior fração na encosta (média  $\pm$  DP =  $28.23 \pm 5.25$ ), em relação à terra firme ( $p=0.000$ ) ( $21.47 \pm 3.52$ ) e várzea ( $p=0.000$ ) ( $22.23 \pm 4.68$ ), não havendo diferença significativa entre essas últimas ( $p=0.59$ ), mas com tendência de decréscimo em direção a terra firme.

A fração areia foi significativamente diferente ( $H=25.29$ ;  $g.l.=2$ ;  $p=0.000$ ) entre os ambientes, com menor porcentagem na encosta ( $12.38 \pm 4.27$ ), em relação a terra firme ( $p=0.000$ ) ( $23.02 \pm 4.01$ ) e várzea ( $p=0.002$ ) ( $19.38 \pm 7.47$ ), não havendo diferença significativa entre essas últimas ( $p=0.054$ ), mas com tendência de crescimento em direção a terra firme.

A fração silte foi significativamente diferente ( $H=8.22$ ;  $g.l.=2$ ;  $p=0.01$ ) entre os ambientes, com menor porcentagem na terra firme ( $55.52 \pm 32.89$ ) em relação à encosta ( $p=0.008$ ) ( $59.39 \pm 4.37$ ) e várzea ( $p=0.022$ ) ( $58.39 \pm 5.76$ ), não havendo diferença entre essas últimas ( $p=0.73$ ), mas com tendência de crescimento em direção a várzea.

Esse resultado sugere que os solos da várzea da Reserva são similares aos da várzea do Solimões/Amazonas, onde apresentam teores elevados de silte e de areia fina. (Lima, 2001).

Apesar de diferentes significativamente quanto seus teores de silte, areia e argila, esses solos apresentaram nítida predominância de silte, com 95% das parcelas com textura classificada de franco argilo siltoso a franco siltoso (>51% de fração silte).

Salimon *et al.* (2007), explicaram que o elevado teor de silte na mesma área é devido à sua recente formação a partir de sedimentos terciários da Formação Solimões, que associados à argila de alta atividade torna esse solo fértil, apesar da elevada acidez.

### Fertilidade do solo

A Tabela 2.1 apresenta os valores médios e desvio padrão da análise química, soma de bases (SB), saturação de bases (V) e capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos da terra firme, encosta e várzea.

Tabela 2.1 - Médias (méd) e desvios padrões (S) das variáveis edáficas analisadas nesse estudo, por transectos terra firme, encosta e várzea da Reserva Florestal Humaitá.

Variáveis edáficas	Terra firme		Encosta		Várzea	
	Méd	S	Méd	S	Méd	S
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	4.59	2.01	6.5	3.3	1.49	0.99
Na (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.02	0.03	0.05	0.03	0.01	0.02
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2.61	0.8	3.31	0.81	1.81	0.28
K (mg/dm <sup>3</sup> )	67.3	12.2	71.5	13.7	60.5	9.4
P (mg/dm <sup>3</sup> )	3.95	1.5	1.93	0.57	2.7	0.83
Carbono org. (%)	1.06	0.18	1.4	0.15	0.95	0.12
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.71	0.68	1.07	0.82	2.31	0.66
pH água	4.43	0.28	4.56	0.37	4.16	0.28
V (%)	57.56	11.01	58.92	14.72	36.48	7.78
CTC (cmolc/dm <sup>3</sup> )	12.5	2.48	16.33	3.23	9.28	1.3
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	7.39	2.67	10.04	4.02	3.45	1.21

As concentrações de potássio (K) variam de média a alta (>46 mg/dm<sup>3</sup>) ao longo do gradiente, havendo diferença significativa (H= 10.65; g.l.=2;  $p= 0.004$ ) quanto seu teor entre os ambientes, apresentando os teores mais elevados na encosta e terra firme ( $p=0.30$ ) em relação à várzea ( $p=0.001$ ).

Os teores de cálcio (Ca) foram diferentes significativamente (H= 35.65; g.l.=2;  $p= 0.000$ ) entre os ambientes. Com baixas (<1.5 cmolc/dm<sup>3</sup>) concentrações, a várzea foi

da encosta ( $p=0.000$ ) e da terra firme ( $p=0.000$ ). As altas concentrações na terra firme e encosta ( $> 4.5 \text{ cmolc/dm}^3$ ), não diferiram significativamente ( $p=0.19$ ).

Para o magnésio (Mg), duas sub-parcelas da várzea apresentaram concentração média ( $1.4 \text{ cmolc/dm}^3$ ), enquanto que todas as demais amostras apresentaram altos teores ( $>1.5 \text{ cmolc/dm}^3$ ). No entanto, houve diferença significativa na concentração de Mg entre os três ambientes ( $H= 30.24$ ;  $\text{g.l.}=2$ ;  $p= 0.000$ ), várzea e terra firme ( $p= 0.000$ ), várzea e encosta ( $p= 0.000$ ) e terra firme e encosta ( $p= 0.04$ ), com aumento no sentido várzea  $\rightarrow$  terra firme  $\rightarrow$  encosta.

Os teores de sódio (Na) diferiram significativamente entre os ambientes ( $H= 19.05$ ;  $\text{g.l.}=2$ ;  $p= 0.000$ ), com maiores concentrações na encosta em relação à várzea ( $p=0.000$ ) e terra firme ( $p=0.003$ ), não havendo diferença significativa entre várzea e terra firme ( $p=0.20$ ).

A soma de bases apresentou diferença significativa entre os ambientes ( $H=32.57$ ;  $\text{g.l.}=2$ ;  $p=0.000$ ), a diferença deu-se entre a várzea em relação à terra firme ( $p=0.000$ ) e encosta ( $p=0.000$ ), não há diferença significativa entre encosta e terra firme ( $p=0.10$ ).

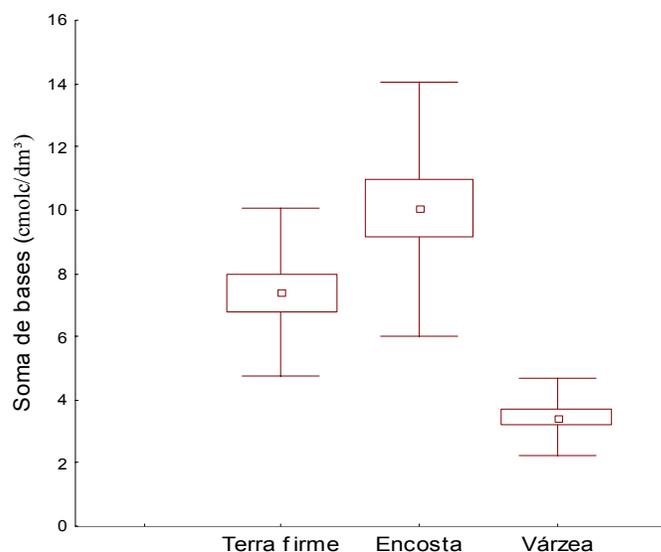


Figura 2.5 - Média ( $\square$ ), erro padrão ( $\square$ ) e desvio padrão ( $\perp$ ) da soma de bases na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

O pH apresentou diferença significativa entre os ambientes ( $H= 10.87$ ;  $\text{g.l.}=2$ ;  $p= 0.004$ ), com valores significativamente menores na várzea em relação à terra firme ( $p=0.006$ ) e encosta ( $p=0.002$ ). Não há diferença significativa entre encosta e várzea

( $p=0.785$ ), mas há uma tendência de aumento no sentido várzea → terra firme → encosta. Valores de pH superiores a cinco, foram encontrados em apenas três sub-parcelas da encosta.

O teor de alumínio (Al) diferiu significativamente entre os ambientes ( $H= 28.07$ ;  $g.l.=2$ ;  $p= 0.000$ ), com altas concentrações ( $>1.0 \text{ cmolc/dm}^3$ ) na várzea, diminuindo significativamente em direção a encosta ( $p=0.000$ ) e terra firme ( $p=0.000$ ).

Quanto à capacidade de troca de cátions, houve diferença significativa ( $H=36.58$ ;  $g.l.=2$ ;  $p=0.000$ ) entre os três ambientes, a diferença deu-se entre a encosta em relação à várzea ( $p=0.000$ ) e terra firme ( $p=0.01$ ), e entre encosta e várzea ( $p=0.000$ ), com aumento no sentido terra firme → encosta → várzea.

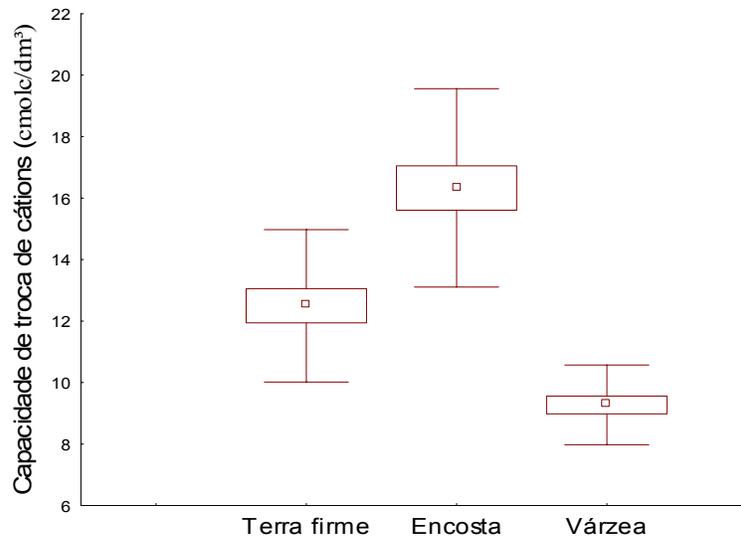


Figura 2.6 - Média (□), erro padrão (□) e desvio padrão (┌┐) da capacidade de troca de cátions dossel na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

Os solos da terra firme e encosta apresentaram maior fertilidade ( $V>50\%$ ) em relação à várzea ( $V<50\%$ ). A diferença foi significativa ( $H=26.47$ ;  $g.l.=2$ ;  $p=0.000$ ) entre os solos da várzea, e os da terra firme ( $p=0.000$ ) e encosta ( $p=0.000$ ), não havendo diferença entre a terra firme e a encosta ( $p=0.9$ ).

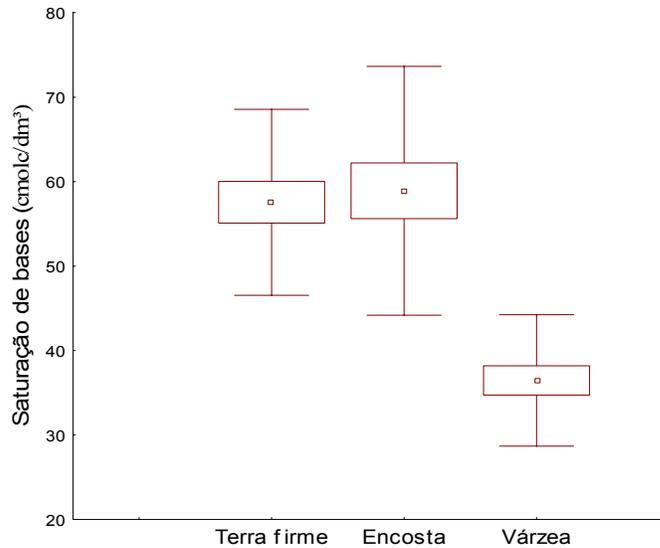


Figura 2.7 - Média (□), erro padrão (□) e desvio padrão (—) da saturação de bases na terra firme, encosta e várzea, da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

As concentrações de fósforo (P) foram baixas em toda área (<10 mg/dm<sup>3</sup>). No entanto, os teores de P foram significativamente diferentes ( $H= 27.46$ ; g.l.=2;  $p= 0.000$ ), entre os três ambientes, a várzea ( $p= 0.000$ ) em relação a terra firme ( $p= 0.005$ ) e encosta ( $p= 0.01$ ), e entre terra firme e várzea ( $p= 0.000$ ), com aumento da concentração no sentido várzea → terra firme → encosta.

Os teores de carbono orgânico (C.org) apresentaram diferença significativa ( $H= 37.52$ ; g.l.=2;  $p= 0.000$ ) entre os ambientes, com maiores concentrações na encosta, em relação à terra firme ( $p=0.000$ ) e várzea ( $p= 0.000$ ), não havendo diferença significativa entre a terra firme e várzea ( $p= 0.06$ ).

Com base nestes resultados, observa-se que os solos da terra firme, encosta e várzea são distintos quanto às suas características químicas. Os solos da encosta apresentam características gerais marcantes, como maior fertilidade e capacidade de troca catiônica, enquanto os da terra firme revelam características intermediárias e a várzea maior acidez. Vale salientar, que, normalmente, ao longo de uma topossequência os solos geralmente são mais férteis na base da encosta, fato explicado pela deposição de material da terra firme (Resende *et al.*, 1995).

Segundo Schaefer *et al.* (2000), os solos presentes nos terraços e baixos planaltos das bacias do Acre e do Alto Amazonas, são derivados da influência pretérita de sedimentos andinos, podendo então explicar o caráter eutrófico dos solos presentes

nas parcelas da terra firme e encosta, sendo os resultados aqui obtidos, consistentes com aqueles encontrados por Lima *et al.* (2006) em solos da porção oeste da Amazônia.

Apesar das parcelas da várzea estarem situadas a 50 m da margem do Rio Acre, esses resultados sugerem que não há deposições fluviais de novos nutrientes. Durante os meses de dezembro a março, o período de maior precipitação pluviométrica, o solo permanece saturado por água ou temporariamente submerso, em razão da elevação do nível do lençol freático. Nesta porção, há a remoção dos elementos mais solúveis com a drenagem natural e por consequência o empobrecimento do solo (Lima *et al.*, 2006).

De forma geral, os solos da Reserva Florestal Humaitá seguem o padrão dos solos do Acre, com elevada acidez e altos teores de magnésio, cálcio e alumínio trocáveis (Watd, 2002). São também similares aos demais solos da Amazônia em relação à acidez elevada e deficiência de P, porém diferentes devido à alta capacidade de troca de cátions e elevados teores de K, Ca e Mg (Sanchez e Cochrane, 1980; Falcão e Silva, 2004; Melo *et al.*, 2006).

A maior concentração de carbono orgânico na encosta não é um comportamento típico, o que nesse caso pode ser atribuída à diferença do material vegetal, onde as taxas de decomposição não foram tão intensas quanto à deposição de matéria orgânica, causando o acúmulo revelado nessas análises (ver Anderson *et al.*, 1983, Fontana *et al.* 2005). Além disto, como a encosta é a área com maior teor de argila, isto também pode provocar um maior acúmulo de carbono recalcitrante por adsorção na superfície das partículas de argila (Telles, 2002).

Outro possibilidade seria as elevadas taxas de decomposição nas parcelas da várzea, o que já foi confirmado para florestas temperadas (Nilson e Grelsson, 1990) e várzeas do estado de São Paulo (Durigan *et al.*, 1996), mesmo sendo esses solos sujeitos a inundação sazonal, onde no geral, o processo de decomposição é mais lento (Lima *et al.*, 2006).

### **Ordenação dos dados**

Os resultados do coeficiente de correlação das variáveis e os dois primeiros eixos da análise dos componentes principais (ACP) estão presentes na Tabela 2.2. Os autovalores para os dois primeiros eixos foram 3.61 e 2.32. A variação é explicada em 36.1% pelo primeiro eixo, 23.28% pelo segundo eixo e, conjuntamente ambos os eixos explicam 59.38% da variabilidade total. Estes valores podem ser considerados baixos em relação aos encontrados por John *et al.* (2007), em estudo feito na ilha de Barro

Colorado, Panamá (67.2%), em La Planada, Colômbia (65.5%) e superiores a variação em Yasuni, no Equador (57.6%).

Tabela 2.2 - Coeficiente de correlação entre variáveis ambientais e os dois primeiros eixos de ordenação da análise dos componentes principais analisadas nas 60 parcelas da Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

<b>Variáveis ambientais</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
pH	-0.26	-0.31
Al	-0.32	-0.48
C.Org	0.43	-0.07
P	0.33	-0.26
V	0.42	0.33
Areia	-0.28	0.48
Argila	0.32	-0.29
Silte	0.05	-0.39
Abertura de dossel	-0.35	-0.06
Umidade	-0.23	0.14

As variáveis: carbono orgânico (C.org), fósforo (P), saturação de bases (V), argila e silte reuniram-se na região positiva do eixo 1, enquanto na região negativa, foram reunidas o pH, alumínio (Al), abertura de dossel, umidade e areia.

A ordenação (Figura 2.8) sugere um gradiente da esquerda para direita, correspondendo à várzea → terra firme → encosta, com a diminuição da abertura de dossel, acidez, umidade do solo e areia e o aumento da fertilidade (V), do acúmulo de matéria orgânica (C.org) e da fração argila. A ordenação separou as parcelas da várzea, correlacionadas com maior abertura de dossel, pH baixo e altas concentrações de alumínio. As parcelas da terra firme foram separadas em função da fração areia. A correlação das parcelas da encosta envolve maiores concentrações de carbono orgânico e saturação de bases.

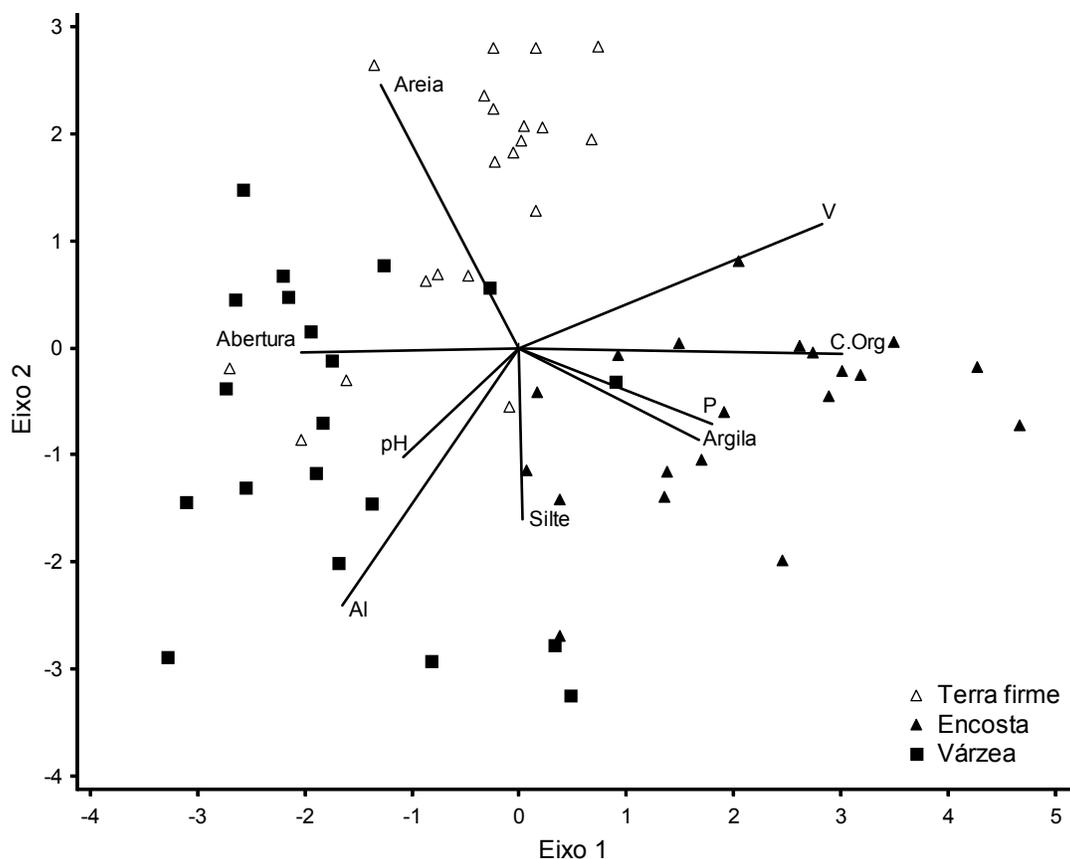


Figura 2.8 - Eixo de ordenação da análise dos componentes principais para as 60 parcelas na Reserva Florestal Humaitá.

A partir da análise preliminar da ACP, foram selecionadas algumas variáveis ambientais para fazer uma Análise de Correspondência Canônica (ACC). Para essa análise foram consideradas as variáveis: alumínio, carbono orgânico, abertura de dossel, saturação de bases, posteriormente correlacionados com os dados da vegetação na ACC (ter Braak, 1987). Apenas as espécies com abundância total maior que 20 indivíduos foram utilizadas nessa análise (ver capítulo I).

Os autovalores para os eixos 1 (0.20) e 2 (0.09), explicam conjuntamente 18.7% da variância dos dados biológicos. Esses valores são baixos, indicando um gradiente curto, onde a ordenação deixou uma considerável variância sem explicação. A correlação espécie-ambiente para os dois primeiros eixos foi de 0.66 e 0.44, indicando uma média correlação entre as espécies e variáveis ambientais. Esse resultado sugere que a maioria das espécies ocorre ao longo do gradiente, variando apenas quanto à abundância.

Tabela 2.3 - Resultado da análise de correspondência canônica, para quatro variáveis ambientais, e cinco espécie, realizada na Reserva Florestal Humaitá

	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
Autovalores	0.20	0.09
Porcentagem de variância explicada	13.1	5.7
Porcentagem de explicabilidade (espécie-ambiente)	13.1	18.7
Correlação de Pearson (espécie-ambiente)	0.64	0.44
Teste de Monte Carlo (autovalores)	0.01	0.01
Teste de Monte Carlo (corr. Espécie-ambiente)	0.01	0.01

Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos de Brotel *et al.* (2002) e van den Berg e Santos (2003), para comunidade arbóreo-arbustiva da floresta estacional semidecidual de Minas Gerais. Segundo ter Braak (1988), esse resultado não compromete as análises das relações das espécies. De fato, o teste de permutação de Monte Carlo (99 permutações;  $p=0.05$ ), para os dois primeiros eixos canônicos indicaram uma correlação significativa entre a abundância das espécies e as variáveis ambientais ( $p=0.01$ ).

Tabela 2.4 - Coeficientes canônicos das variáveis com os eixos de ordenação de análise de correspondência canônica. Dados coletados na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

<b>Variável</b>	<b>Coefficiente canônico</b>	
	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
Al	0.87	0.15
C.Org	-0.40	-0.57
V	-0.83	-0.50
Abertura de dossel	0.77	0.00

Os valores do coeficiente de correlação, mostram que as variáveis analisadas contribuíram efetivamente na relação espécie-ambiente, de forma que as variáveis com maior peso no eixo 1 foram o alumínio (Al), saturação de bases (V), e abertura de dossel. A variável com maior peso no eixo 2 foi o carbono orgânico (C.org).

A ordenação das espécies pela análise de correspondência canônica (Figura 2.9) sugere que as espécies *A. leiocarpa* e *A. cearensis* tendem a ser mais abundantes nas áreas de alta fertilidade e teores elevados de carbono orgânico (parcelas da terra firme e encosta). A espécie *A. cearensis* segue o mesmo comportamento observado em plantios do Rio Grande do Sul, com preferência por solos com boa fertilidade (Carvalho, 2003).

Enquanto *A. leiocarpa* apresentou comportamento diferente do observado na Zona da mata Mineira, onde foi indiferente ao gradiente ambiental (Martins *et al.*, 2003).

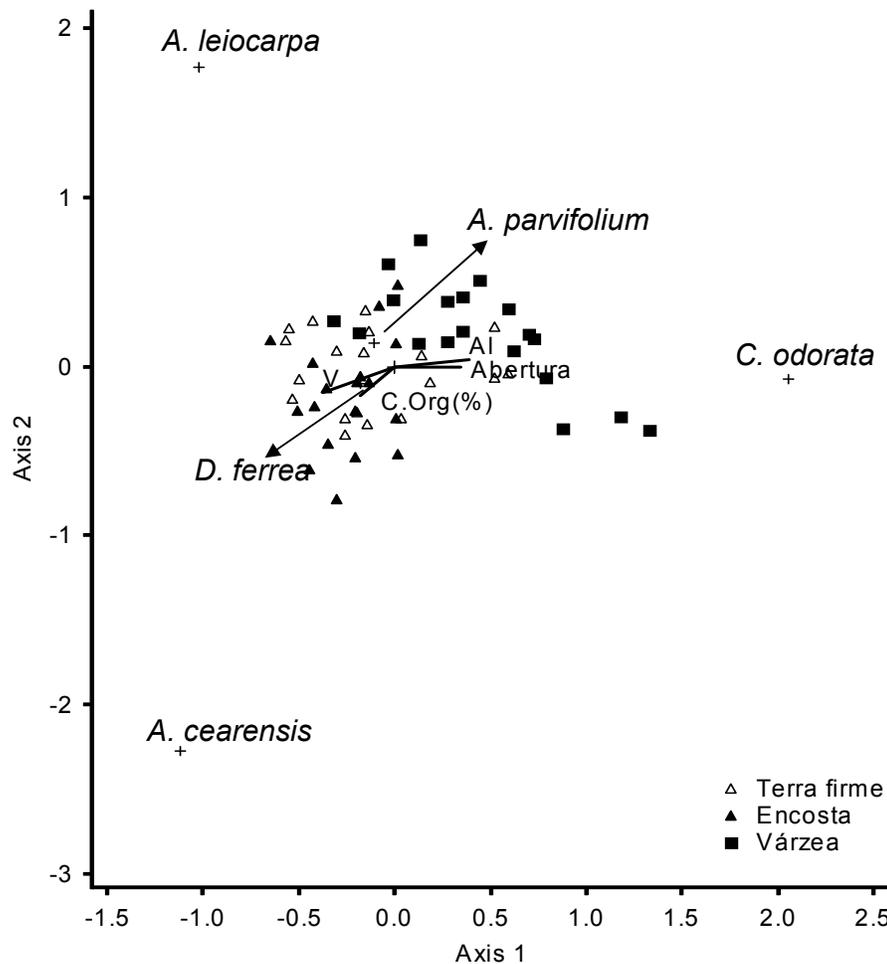


Figura 2.9 - Eixo de ordenação da análise de correspondência canônica para as 60 parcelas na Reserva Florestal Humaitá.

No outro extremo do gradiente encontra-se a espécie *C. odorata*, correspondendo à área com maior abertura de dossel e teores elevados de alumínio, refletindo sua característica de espécie secundária tardia, preferindo pequenas clareiras, particularidade marcada pela alta porcentagem de abertura de dossel das parcelas da várzea. Quanto à fertilidade ser menor na várzea (solo distrófico), isto não significa uma preferência desta espécie por solos mais pobres, mas talvez uma habilidade de se desenvolver nestes solos com mais facilidade do que outras espécies emergentes, tornando-se assim relativamente mais abundante neste ambiente, apresentando potencial para ser utilizada em projetos de reflorestamento, em áreas degradadas.

*D. ferrea* não apresentou ocorrência intimamente ligada ao gradiente ambiental. Segundo Lorenzi (2002), *Dipteryx odorata*, (congêne de *D. ferrea*), é indiferente às condições de solo, mas prefere florestas primárias de terra firme, sugerindo que a Reserva encontra-se em bom estado de conservação, com eficácia na polinização e dispersão de sementes ao longo do gradiente.

Em condição não intimamente ligada ao gradiente ambiental, encontra-se o *A. parvifolium*. Dado seu caráter de heliófita, a espécie pode ter encontrado nas altas porcentagens de abertura de dossel as condições favoráveis de distribuição ao longo do gradiente.

Apesar da alta variação da abertura de dossel, dos nutrientes, textura e umidade do solo, é bem possível que não sejam essas variáveis que limitam a distribuição das espécies ao longo da Reserva. É preciso considerar a existência de vários fatores, que contribuem para distribuição das espécies ao longo de um gradiente, dos quais não foram abordados nesse estudo, como: fatores históricos (Tassin e Riviere, 2003), topografia (Clark *et al.* 1998), micro-nutrientes (John *et al.*, 2007), agente polinizador (Mustajrvi *et al.*, 2001), dispersão de sementes (Potts *et al.*, 2004) e inimigos naturais (Givnish, 1999).

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados aqui apresentados, pode-se concluir que na Reserva Florestal Humaitá, os fatores abióticos analisados não são condicionantes nem explicam fortemente a ocorrência e distribuição das espécies ao longo do gradiente, sendo que algumas delas variam apenas quanto à abundância.

Assim, as espécies *Apuleia leiocarpa* e *Amburana cearensis* tendem a ser mais abundantes nas áreas de alta fertilidade e menores aberturas de dossel (terra firme e encosta). No outro extremo, encontra-se *Cedrela odorata*, sendo mais correlacionada à área com maior abertura de dossel e teores elevados de alumínio (várzea). Em condição não intimamente ligada ao gradiente ambiental, encontra-se o *Aspidosperma parvifolium* e *Dipteryx ferrea*.

No entanto, nossos dados sugerem que as espécies estudadas não são totalmente indiferentes ao gradiente ambiental, uma vez que as correlações embora tenham sido fracas, foram estatisticamente significativas.

Devido a estas baixas correlações, pode-se postular (e sugerir para posteriores estudos) que as relações bióticas (dispersão, predação, polinização, parasitismo, entre

outros) podem ter uma forte influência na distribuição e abundância local das espécies estudadas.

Do ponto de vista do manejo, os resultados sugerem que espécies como *Aspidosperma parvifolium* e *Cedrela odorata* podem se beneficiar de pequenas aberturas de dossel provocada pela retirada de madeira e estradas de arraste.

#### **BIBLIOGRAFIA CITADA**

- Acre. Governo do Estado do Acre. 2006. Programa Estadual de Zoneamento do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico do Acre. Fase II: documento Síntese – escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA.
- Anderson, J. M.; Proctor, J.; Vallack, H. W. 1983. Ecological studies in four contrasting lowland rain forest in Gunung Mulu National Park, Sarawak. III. Decomposition processes and nutrient losses from leaf litter. *Journal of Ecology*, 71(3): 503-527.
- Becker, P.; Rabenold, P. E.; Idol, J. R.; Smith, A. P. 1988. Water potential gradients for gaps and slopes in a Panamanian tropical moist forest's dry season. *Journal Tropical Ecology*, 4: 173–184.
- Bongers, F.; Poorter, L.; Van Rompaey, R. S. A. R.; Parren, M. P. E. 1999. Distribution of twelve moist forest canopy tree species in Liberia and Cote d'Ivoire: response curves to a climatic gradient. *Journal of Vegetation Science*, 10: 371–382.
- Botrel, R. T.; Oliveira Filho A. T.; Rodrigues, L. A.; Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingai, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, 25(2):195-213.
- Brady, N. C. e Weil, R. R. 1999. *The Nature and Properties of Soils*, 12<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, New Jersey.
- Carvalho, P. E. 2003. *Espécies arbóreas brasileiras*. Colombo: Embrapa Florestas. V.1
- Castro, M. F. de. 2005. *Caracterização técnica da matéria-prima florestal, para o setor madeireiro do Baixo Acre*. Monografia de Graduação. Rio Branco: UFAC. 83 p.
- Clark, D.; Clark, D.; Read, J. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of the species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology*, 86:101–112.
- Clark, D. B.; Palmer, M. W.; Clark, D. A. 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology*, 80(8): 2662–2675

- Clinebell, H. R. R.; Phillips, O. L. Gentry, A. H.; Stark, N.; Zuuring, H. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity and Conservation*, 5: 56-90.
- Condit, R.; Hubbell, S. P.; Foster, R. B. 1995. Mortality rates of 205 Neotropical tree and shrub species and the impact of a severe drought. *Ecol. Monogr.*, 65, 419–439.
- Daws, M. I.; Mullins, C. E.; Burslem, D. F. R. P.; Paton, S. R.; Dalling, J. W. 2002. Topographic position affects the water regime in a semideciduous tropical forest in Panamá. *Plant and Soil*, 238: 79–90.
- Durigan, G.; Leitão-Filho, H. F.; Pagano, S. N. 1996. Produção de folheto em matas ciliares na Região Oeste do Estado de São Paulo. São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, 8(2): 187-199.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análise de solos*. 2a. ed. Rio de Janeiro, 212 p.
- Engelbrecht, B. M. J.; Comita, L. S.; Condit, R.; Kursar, T. A.; Tyree, M. T.; Turner, B. L.; Hubbell, S. P. 2007. Drought sensitivity shapes species distribution patterns in tropical forests. *Nature*, 447:80-82.
- Falcão, N. P. de S. e Silva, J. R. A. da. 2004. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 34(3): 337 – 342.
- Fiala, A. C. S.; Garman, S. L.; Gray, A. N. 2006. Comparison of five canopy cover estimation techniques in the western Oregon Cascades. *Forest Ecology and Management*, 232:188–197.
- Fontana, A.; Anjos, L. H. C. dos; Salles, J. M.; Pereira, M. G.; Rossiello, R. O. P. 2005. Carbono orgânico e fracionamento químico da matéria orgânica em solos da Sierra de Ánimas – Uruguai. *Floresta e Ambiente*, 12(1):36 – 43.
- Gale, N. 2000. The Relationship between Canopy Gaps and Topography in a Western Ecuadorian Rain. *Biotropica*, 32(4): 653-661.
- Givnish, T. J. 1999. On the causes of gradients in tropical tree diversity. *Journal of Ecology*, 87:193-210.
- Gunatilleke, C. V. S.; Gunatilleke I. A. U. N.; Esufali, S.; Harms, K. E.; Ashton P. M. S.; Burslem, D. F. R. P.; Ashton, P. S. 2006. Species–habitat associations in a Sri Lankan dipterocarp forest. *Journal of Tropical Ecology*, 22:371–384.

- Harms, K.; Condit, R.; Hubbell, S.; Foster, R. 2001. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot. *Journal of Ecology*, 89:947–959.
- Hubbell, S. e Foster, R. 1986. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation. In: *Conservation biology: the science of scarcity and diversity: The Science of Scarcity and Diversity*. Editor: Soule, M. editor. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA. pp 205–231.
- Humboldt, A. 1858. *Cosmos: a sketch of the physical description of the Universe Volume I*. Harper & Brothers, Publishers, New York.
- Hupp, C. R. e Rinaldi, M. 2007. Riparian Vegetation Patterns in Relation to Fluvial Landforms and Channel Evolution Along Selected Rivers of Tuscany (Central Italy). *Annals of the Association of American Geographers* 97(1): 12-30.
- John, R.; Dalling, J.; Harms, K.; Yavitt, J.; Stallard, R.; Mirabello, M.; Hubbell, S.; Valencia, R.; Navarrete, H.; Vallejo, M.; Foster, R. 2007. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. *Proceeding of the Nature Academy of science of the states of America*, 104(3):864–869.
- Kent, M. e Ballard, J. 1988. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Plant ecology*, 78:109-124.
- Kwon, G. J.; Lee, B. A.; Nam, J. M.; Kim, J. G. 2007. The relationship of vegetation to environmental factors in Wangsuk stream and Gwarim reservoir in Korea: II. Soil environments. *Ecological Research*, 22(1): 75–86.
- Lentini, M.; Pereira, D.; Celentano, D.; Pereira, R. 2005. *Fatos Florestais da Amazônia*. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia.
- Lima, H. N. 2001. *Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.176p.
- Lima, H. N.; Mello, J. W. V. de; Schaefer, C. E. G. R.; Ker, J. C.; Lima, A. M. N. 2006. Mineralogia e química de três solos de uma toposseqüência da bacia sedimentar do alto Solimões, Amazônia ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30: 59-68.
- Lorenzi, H. 2002. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum.
- Macia, M. J.; Ruokolainen, K.; Tuomisto, H.; Quisbert, J. e Cala, V. 2007. Congruence between floristic patterns of trees and lianas in a southwest Amazonian rain forest. *Ecography*, 30: 561-577.

- Martins, S. V.; Silva, N. R. S.; Souza, A. L.; Meira Neto, J. A. A. 2003. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. *Scientia Forestalis*, 64:172-181.
- McCune, B. e Mefford, M. J. 1999. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 4.10, MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Melo, V. F.; Schaefer, C. E. G. R.; Fontes, L. E. F.; Chagas, A. C.; Lemos Júnior J. B.; Andrade R. P. de. 2006. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. *Revista Brasileira Ciência Solo*, 30:1039-1050.
- Mustajrvi, K.; Siikamaki, P.; Rytkonen, S.; Lammi, A. 2001. Consequences of plant population size and density of plant pollinator interactions and plant performance. *Journal of Ecology*, 89: 80-87.
- Nilsson, C. e Grelsson, G. 1990. The effects of litter displacement on riverbank vegetation. *Canadian Journal of Botany*, 68:735–741
- Nuttle, T. 1997. Densimeter bias? Are we measuring the forest or the trees? *Wildlife Society Bulletin*, 25(3): 610-611.
- Oliveira-Filho, A. T.; Curi N.; Vilela, E. A.; Carvalho D. A. 1998. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a Central Brazilian deciduous dry forest. *Biotropica*, 30(3): 362-375.
- Parmentier, I.; Malhi, Y.; Senterre, B.; Whittaker, R. J.; *et al.* 2007. The odd man out? Might climate explain the lower tree  $\alpha$ -diversity of African rain forests relative to Amazonian rain forests? *Journal of Ecology*, 95, 1058–1071.
- Potts, M. D.; Davies, S. J.; Bossert, W. H.; Tan, S.; Supardi, M. N. N. 2004. Habitat heterogeneity and niche structure of trees in two tropical rain forests. *Oecologia*, 139: 446–453.
- Primack, R. e Rodrigues, E. 2001. *Biologia da conservação*. Londrina: Planta. 328p.
- Punyasena, S. W.; Eshel G.; McElwain, J. C. 2008. The influence of climate on the spatial patterning of Neotropical plant families. *Journal of Biogeography*, 35: 117–130.
- Resende, M.; Curi, N.; Resende, S. B.; Corrêa, G. F. 1995. Pedologia: Bases para distinção de ambientes. Viçosa Núcleo de Estudos de Planejamento e uso da terra. 153p.
- Rocha, E. 2002. *Aspectos ecológicos e sócio-econômicos do manejo de Euterpe precatoria (Açaí) Mart. em áreas extrativistas no Acre, Brasil*. Dissertação de

- Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- Rosner, B. 1995. *Fundamentals of Biostatistics*. Boston, Duxbury press, 4th., ed.
- Rull, V. e Nogue, S. 2007. Potential migration routes and barriers for vascular plants of the Neotropical Guyana Highlands during the Quaternary. *Journal of Biogeography*, 34:1327–1341.
- Salimon, C. I.; Wadt, P. G. S. A.; Melo, W. F. de. 2007. Dinâmica do Carbono na Conversão de Floresta para Pastagens em Argissolos da Formação Geológica Solimões, no Sudoeste da Amazônia. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 7(1): 29-38.
- Sanchez, P. A. e Cochrane, T. T. 1980. *Soils constraints in relation to major farming systems of tropical America*. International Rice Research Institute, Los Banos. p.106-139.
- Schaefer, C. E. G. R.; Lima, H. N.; Vale Júnior, J. F. e Mello, J. W. V. 2000. Uso dos solos e alterações da paisagem na Amazônia: cenários e reflexões. B. Museu Para. Emílio Goeldi, In: *Série Ciências da Terra*, 12: 63-104.
- Silva Jr., W. M.; Martins, S. V.; Silva, A. F.; Marco Jr., P. de. 2004. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. *Scientia Forestalis*, 66:169-179.
- Takyu, M.; Aiba, S-I.; Kitayama, K. 2002. Effects of topography on tropical lower montane forests under different geological conditions on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology*, 159: 35–49.
- Tassin, J. e Riviere, J. N. 2003. Species richness altitudinal gradient of invasive plants on Reunion Island (Mascareigne archipelago Indian Ocean). *Revue D'Ecologie – La Terre et la Vie*, 58: 257-270.
- Telles, E. C. C. 2002. *Dinâmica do carbono no solo influenciada pela textura, drenagem, mineralogia e carvões em florestas primárias na região centro-oriental da Amazônia*. Piracicaba, Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- ter Braak, C. J. F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationship by canonical correspondence analysis. *Vegetatio*, 69: 69-77.
- ter Braak, C. J. F. 1988. Partial canonical correspondence analysis. In *Classification and related methods of data analysis*, H. H. Bock (eds), Amsterdam: North-Holland. pp. 551-558.

- ter Braak, C. J. F. 1995. Ordination. In: *Data analysis in community and landscape ecology* (R.H.G. Jongman, C.J.F. ter braak & O.F.R. Van Tongeren, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, p.91-173.
- Tomé Jr., J. 1997. *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba: Agropecuária.
- Trichon, V.; Walter, J. M. N.; Laumonier, Y. 1998. Identifying spatial patterns in the tropical rain forest structure using hemispherical photographs. *Plant Ecology*, 137: 227–244.
- Tuomisto, H.; Ruokolainen, K.; Poulsen, A. D.; Moran, R. C.; Quintana, C.; Cañas, G. e Celi, J. 2002. Distribution and diversity of pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuni National Park, Ecuadorian Amazonia. *Biotropica*, 34: 516–533.
- van den Berg, E. e Oliveira Filho, A. T. 1999. Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery forest in south-eastern Brazil. *Flora*, 194: 249-246.
- van den Berg, E. e Santos, F. 2003. Aspectos da variação ambiental em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil. *Ciência florestal*, 13(2): 83-98.
- Wadt. P. G. S. 2002. *Manejo de solos ácidos do Estado Acre*. Rio Branco: Embrapa Acre. 29p (Embrapa Acre. Documentos, 79).

## **Capítulo 3**

### **Categorização da ocorrência das espécies**

## INTRODUÇÃO

A floresta amazônica é amplamente conhecida por abrigar uma alta diversidade de espécies vegetais (Webb, 1995; Givnish, 1999; Oliveira, 2000; ter Steege *et al.*, 2006), mantida, em parte, pela existência de espécies raras. (Almeida *et al.* 1993).

Segundo Reveal (1981), “raridade é meramente a atual categoria de um organismo que, por qualquer combinação de fatores físicos ou biológicos, está restrito em número ou área a um nível que é quantitativamente menor do que a maioria das outras entidades taxonômicas comparáveis”.

No entanto, o conceito de raridade pode dar-se em função da especificidade ambiental, baixa abundância, ameaça de extinção, restrições ao fluxo gênico, endemismo, distribuição geográfica restrita, ou ainda, em função da combinação desses fatores (Terborgh e Winter, 1980; Reveal, 1981; Rabinowitz, 1981; Kruckeberg e Rabinowitz, 1985; Cody, 1986; Bawa e Ashton 1991; Gaston, 1994; Bernayas *et al.*, 1999; Hannon *et al.*, 2004).

Como a abundância é uma variável dinâmica no espaço, no tempo e em diferentes escalas, uma espécie pode ser rara em uma área de um determinado tamanho e não ser em outra de tamanho menor ou maior. Do mesmo modo, uma espécie pode ser rara em um período de tempo e não ser em outro (Solué, 1986; Gaston, 1997; Hannon *et al.*, 2004).

Desta forma, é necessário considerar a variedade de formas como a abundância e a escala geográfica são mensuradas (ver: Gaston, 1994; Pitman *et al.*, 1999; Bernayas *et al.*, 1999; Lloyd *et al.*, 2002; Davidar, 2005), ponderando sobre uma definição contínua, onde não há limites precisos, ou ainda considerar uma definição descontínua, onde as espécies se enquadram dentro de categorias, sendo o ponto de interrupção arbitrário (Gaston, 1997). Portanto, a raridade é um conceito relativo (Gaston, 1994) e passível de diferentes interpretações e definições.

Para identificar os diferentes tipos de raridade Rabinowitz (1981) combinou três categorias distintas: escala geográfica (ampla ou restrita), tamanho local da população (escasso ou abundante) e especificidade ambiental (alta ou baixa). Das oito combinações possíveis, sete constituem formas diferentes de raridade e uma representa espécies universalmente comuns. Bawa e Ashton (1991) descrevem quatro possibilidades de raridade para os trópicos: (1) as espécies que são uniformemente raras ao longo de sua amplitude de distribuição; (2) as espécies que são comuns em alguns lugares, mas são raros em outros; (3) as espécies endêmicas, geralmente são abundantes

em uma área específica; e (4) as espécies que mesmo agrupadas, apresentam densidade total da população muito baixa.

Entretanto, o endemismo e a raridade são características específicas, não permutáveis, uma vez que espécies endêmicas, podem ser mais abundantes que outras espécies encontradas no mesmo local (Gaston, 1994). O endemismo não implica necessariamente em raridade ou mesmo em uma pequena escala geográfica (Kruckeberg e Rabinowitz, 1985).

Dessa forma, tem-se que a raridade pode descrever pelo menos três possibilidades diferentes de distribuição de uma espécie ou população: distribuída amplamente, mas nunca abundante onde encontrada; distribuição restrita ou em manchas, e abundante onde encontrada; distribuição restrita ou em porção, mas nunca abundante onde encontrada (Rabinowitz, 1986).

Há várias causas que podem explicar a raridade das espécies: ocorrência em um ambiente limitado; conversão do seu habitat para outros usos (pecuária, agricultura, expansão urbana, entre outros); a espécie sempre foi rara (Terborgh e Winter, 1980); a espécie é nova (neoendemismo) ou antiga (paleoendemismo) (Margalef, 1996); a espécie é intolerante, ou algumas espécies são governadas pela dinâmica interativa caótica (Rosenzweig e Lomolino, 1997), ou ainda porque é rara de acordo com as definições atuais de raridade (ver: Bawa e Ashton, 1991; Gaston, 1994; Kageyama e Lepsch-Cunha, 2001).

Além disto, deve-se ponderar quanto às interações entre os fatores bióticos e abióticos, já que as diferenças entre as espécies raras e comuns podem ser devido à disponibilidade de nutrientes (Branquinho *et al.*, 2007), características de floração (Lloyd *et al.*, 2002), produção de sementes (Murray e Lepschi, 2004), polinização (Jennersten, 1998), dispersão (Ward *et al.*, 2005), predação (Munzbergová, 2005), herbivoria (Buist *et al.*, 2002), e estabelecimento de plântulas (Bader *et al.*, 2007).

Essas características demográficas e reprodutivas tornam-se ainda mais complexas, quando as espécies são utilizadas na exploração madeireira, já que essas espécies sofrem perturbações quanto sua estrutura etária e de habitat, tornando-as ainda mais vulneráveis não só a perda genética, mas a extinção local em longo prazo.

A fim de entender como é categorizada a ocorrência das espécies *Myroxylon balsamum* (L.) Harms. (Balsamo); *Dipteryx ferrea* Ducke. (Cumaru-ferro), *Cedrela odorata* L. (Cedro rosa); *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. var. *acreana* (Cerejeira ou Cumaru de cheiro); *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá); *Aspidosperma*

*parvifolium* A. DC. (Amarelão); *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (Cumaru-cetim) buscou-se responder as seguintes perguntas: (1) Qual a abundância local dessas espécies? (2) Na escala local, as espécies apresentam preferência por habitat? (3) Qual escala da distribuição geográfica dessas espécies?

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para uma descrição da área de estudo e caracterização das espécies abordadas no presente capítulo, ver os itens Área de estudo e Espécies estudadas na Introdução Geral.

### **Amostragem e mapeamento dos indivíduos**

Evitando áreas próximas às bordas e buscando o máximo de representatividade, com base em uma imagem do sensor Landsat5/TM de setembro de 2005, parcelas de 10ha medindo 500m x 200m foram estabelecidas em três ambientes: duas parcelas na terra firme, tratadas nesse estudo como TF1 e TF2, duas parcelas na várzea (VAR1 e VAR2) e duas parcelas área de transição terra firme-várzea, consideradas como “encosta” (ENC1 e ENC2), Figura 1, totalizando 60 hectares de amostragem.

Nas amostras de 10ha foram marcados todos os indivíduos das espécies selecionadas, que apresentaram diâmetro maior ou igual a 10cm, medido a 1,30m de altura do solo (referido doravante como DAP). Esses indivíduos foram mensurados quanto ao diâmetro e deles foram coletadas amostras botânicas para a determinação das espécies. As amostras estéreis foram depositadas no Laboratório de Botânica e Ecologia Vegetal do Departamento de Ciências da Natureza e as férteis no Herbário da Universidade Federal do Acre, onde foram identificadas através de comparação com as exsicatas da coleção ou com a literatura especializada. As amostras das Leguminosas foram examinadas pelo especialista Dr. Haroldo Cavalcante de Lima.

### **Categorização da ocorrência**

Cada uma das espécies foi categorizada como (1) rara ou comum, de acordo com a distribuição geográfica (restrita ou ampla), (2) o tamanho local da população (escassa ou comum) e (3) a especificidade do habitat (alta ou baixa), conforme formulário proposto por Rabinowitz (1981), Tabela 3.1.

Tabela 3.1- Formulário de categorização das espécies, segundo Rabinowitz (1981).

<b>Escala geográfica</b>	<b>Especificidade de habitat</b>	<b>Densidade local</b>	<b>Classificação</b>
Ampla	Alta	Escassa	Rara
		Abundante	Rara
	Baixa	Escassa	Rara
		Abundante	Comum
Restrita	Alta	Escassa	Rara
		Abundante	Rara
	Baixa	Escassa	Rara
		Abundante	Rara

Das oito combinações possíveis, sete descrevem maneiras diferentes de raridade, e uma descreve uma espécie universalmente comum. As definições foram limitadas conforme explicado a seguir.

#### **Densidade local da população**

Foram consideradas comuns as espécie que apresentaram entre 2 a 20 ind.ha<sup>-1</sup>, como escassas as espécies que apresentaram entre 1 ind.ha<sup>-1</sup> a 1 ind.10ha<sup>-1</sup> (Kageyama e Lepsch-Cunha, 2001).

#### **Distribuição geográfica**

As informações sobre distribuição geográfica foram coletadas através de consultas aos rótulos das exsicatas, depositadas nos seguintes Herbários da região Norte: Museu Paraense Emílio Göeldi, EMBRAPA Amazônia Oriental, Universidade Federal do Acre e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.

Considerando o padrão de distribuição geográfica de quase 300 espécies arbóreas amostradas na Amazônia central, Oliveira e Daly (1999) dividiram a Amazônia em três regiões fitogeográficas: oeste da Amazônia (Tefé-Andes), Amazônia Central (Óbidos-Tefé) e Leste da Amazônia (Óbidos).

Tendo por base os critérios estabelecidos por Rabinowitz (1981), foram classificadas como tendo distribuição (1) ampla, as espécies coletadas em pelo menos duas das regiões fitogeográficas acima mencionadas, ou, (2) restrita, as espécies coletadas apenas na região oeste da Amazônia (ver Figura 3.1).

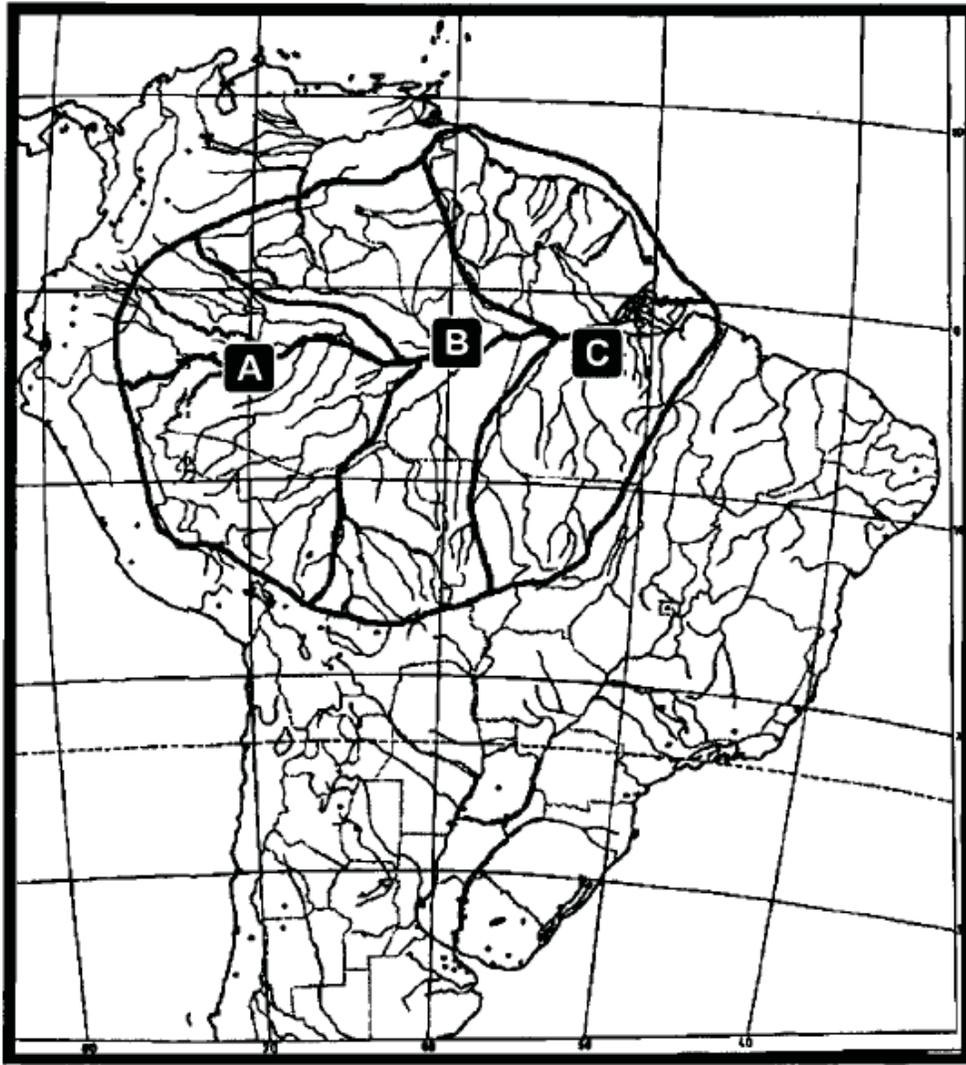


Figura 3.1 - Limites das regiões de padrão de distribuição geográfica. A Oeste, B Central e C Leste Amazônico. Fonte: Oliveira e Daly (1999).

### **Especificidade de habitat**

Quanto à especificidade por habitat, será considerada baixa quando a espécie ocorrer em dois ao mais ambientes, por exemplo, terra firme e encosta, e alta especificidade, quando a espécie ocorrer somente em um ambiente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Tamanho local da população**

Considerando o tamanho local da população das seis espécies estudadas nos 60 ha, quatro são consideradas abundantes e duas escassa, de acordo com os critérios propostos por Kageyama e Lepsch-Cunha (2001).

*A. parvifolium* com 1.9 ind.ha<sup>-1</sup>, *D. ferrea* com 1.2 ind.ha<sup>-1</sup>, *C. odorata* com 1.08 ind.ha<sup>-1</sup>, *A. leiocarpa* com 0.45 ind.ha<sup>-1</sup> ou 4.5 ind.10ha<sup>-1</sup> e *A. cearensis* 0.35 ind.ha<sup>-1</sup> ou 3.5 ind.10ha<sup>-1</sup> são espécies localmente abundantes, enquanto *M. balsamum* com 0,05 ind.ha<sup>-1</sup> ou 0.5 ind.10ha<sup>-1</sup> é considerada uma espécie escassa. Nenhum indivíduo de *H. courbaril* com DAP maior ou igual a 10 cm foi amostrado neste estudo, no entanto, dois indivíduos foram observados na Reserva, um adulto, com aproximadamente 80 cm de DAP, próximo à sede da reserva e outro em uma das parcelas de 10 ha, mas com 7 cm de DAP, sendo a espécie, neste local, classificada como escassa.

Segundo o modelo tradicional de nicho (Hutchinson, 1957), a baixa abundância da *M. balsamum* e *H. courbaril*, significa que essas espécies não encontram condições ambientais favoráveis, podendo ainda haver problemas com polinizadores, dispersores ou fatores relacionados com seu sistema reprodutivo (Buist *et al.*, 2002).

Já as espécies localmente comuns têm as suas exigências de nicho atendidas e sobrepostas aos fatores ambientais locais. Assumindo certa homogeneidade dos fatores na paisagem vizinha, espera-se que essas espécies sejam freqüentes e abundantes nessa escala, já que as circunstâncias ambientais também tendem a ser auto correlacionadas espacialmente (Pitman, 2000).

### **Distribuição geográfica**

De acordo com os critérios estabelecidos e informações coletadas nos herbários, apenas uma espécie apresentou distribuição geográfica restrita, enquanto cinco espécies apresentaram distribuição geográfica ampla.

*D. ferrea*, tem distribuição restrita à porção oeste da Amazônia, com coletas realizadas somente no Acre e porção oeste do Amazonas. Esse resultado condiz com espécies que apresentam baixa tolerância a mudanças ambientais, tais como clima (temperatura, umidade, pluviosidade), disponibilidade de água ou ainda barreiras para dispersão de suas sementes (Buist *et al.*, 2002). Gentry (1986) argumenta que o endemismo na Amazônia está baseado na especiação edáfica, mas, neste caso, esse resultado pode ser um artefato de coleta, uma vez que esta é a espécie com o menor número de representantes nos herbários regionais (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Número de coletas das espécies estudadas com amostras presentes nos Herbários do Museu Paraense Emílio Göeldi, EMBRAPA Amazônia Oriental, Universidade Federal do Acre e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.

<u>Espécie</u>	<u>Número de coletas</u>
<i>Amburana cearensis</i>	19
<i>Apuleia leiocarpa</i>	42
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	24
<i>Cedrela odorata</i>	62
<i>Dipteryx ferrea</i>	10
<i>Hymenaea courbaril</i>	13
<i>Myroxylon balsamum</i>	28

*A. cearensis* tem distribuição ampla, com registro de coletas no Brasil, para os estados de Rondônia, Mato grosso, Bahia, Espírito Santo, Ceará e Acre. *A. leiocarpa* tem distribuição ampla, com registros de coletas no Ceará, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Distrito Federal, Pará, Paraná, Rondônia e Acre. *A. parvifolium* tem ampla distribuição, com registros de coletas no Peru, na Bolívia e nos Estados Brasileiros: Minas Gerais, Distrito Federal, Roraima, Amazonas, Acre, Espírito Santo, Ceará, Rio de Janeiro. *C. odorata* tem distribuição ampla com coletas na Bolívia, Panamá, Guatemala, Peru, Venezuela, e nos Estados Brasileiros: Mato Grosso, São Paulo, Ceará, Rondônia, Distrito Federal, Amazonas, Rondônia, Rio de Janeiro, Paraná, Acre e Pará. *M. balsamum* tem distribuição ampla, sendo coletada em El Salvador, Guiana, Suriname, e nos Estados Brasileiros: Ceará, Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Pará, Distrito Federal, Acre. *H. courbaril* tem ampla distribuição, com registro nos Estados do Pará e Acre.

As espécies que apresentaram distribuição geográfica ampla tendem a combinar grande investimento e elevado sucesso reprodutivo, grande habilidade na dispersão de sementes e nicho amplo (Gaston e Kunin, 1997; Pitman *et al.*, 2001).

### **Especificidade por habitat**

Considerando os três ambientes analisados, cinco espécies ocorreram em mais de um ambiente, enquanto, duas espécies ocorreram em apenas um deles, apresentando uma alta especificidade.

*A. parvifolium* ocorreu nos três ambientes: terra firme, encosta e várzea, portanto uma espécie de baixa especificidade. No entanto, a ocorrência dos indivíduos variou ao

longo das parcelas na Reserva, mas não apresentou correlação com nenhuma das variáveis abordadas neste estudo (ver capítulos I e II).

*D. ferrea* ocorreu nos três ambientes: terra firme, encosta e várzea, portanto é uma espécie com baixa especificidade; onde frequência e abundância são pouco explicadas pelas amplitudes de variação dos parâmetros ambientais avaliados nesse estudo (ver capítulos I e II).

*A. leiocarpa* apresentou baixa especificidade por habitat, com representantes nas parcelas da terra firme e em uma das parcelas da encosta e da várzea, preferindo habitats com maior fertilidade e menores aberturas de dossel (ver capítulo I e II).

*C. odorata* apresentou baixa especificidade de habitat, no entanto, sua ocorrência foi significativamente maior nas parcelas da várzea, sugerindo grande habilidade em colonizar solos com baixa fertilidade relativa e preferência por habitats com alta porcentagem de abertura de dossel (ver capítulo I e II).

*A. cearensis* apresentou baixa especificidade por habitat, mas ocorreu apenas nas parcelas da terra firme e encosta, sugerindo preferência por habitat com maior fertilidade relativa (ver capítulos I e II).

*M. balsamum* e *H. courbaril* foram observadas apenas nas parcelas da terra firme, sugerindo uma alta especificidade de habitat. Vale ressaltar, que a presença de *H. courbaril* foi observada somente fora dos critérios de inclusão mínima. Tal especificidade não foi explicada por nenhum parâmetro ambiental analisado no capítulo II, uma vez que a terra firme não apresentou nenhuma característica marcante e distinta da encosta e/ou várzea.

Porém, vale ressaltar que embora não tenha sido medida, a quantidade de água no solo no período chuvoso na várzea, o excesso de água deve ser um fator limitante, devido a condições de baixa concentração de oxigênio no solo durante o período chuvoso, onde segundo moradores próximos a Reserva, o solo permanece parcialmente inundado durante quatro meses por ano. Esta condição poderia explicar a não ocorrência da *A. cearensis*, *M. balsamum* e *H. courbaril* neste ambiente.

Para identificar e entender a especificidade de habitat quanto às combinações de fatores limitantes, são necessários mais trabalhos descritivos e experimentais, conforme Buist *et al.* (2002) propuseram para espécies do gênero *Acacia* na Austrália.

### Categorização da ocorrência

A Tabela 3.3 apresenta a classificação de cada espécie quanto à categorização de ocorrência (segundo Rabinowitz, 1981). De forma geral, três espécies foram classificadas como raras e quatro como comuns.

Tabela 3.3 - Categorização da ocorrência segundo formulário de Rabinowitz (1981).

Escala geográfica	Especificidade de Habitat	Densidade local	Espécie	Classificação
Ampla	Alta	Escassa	<i>M. balsamum</i> e <i>H. courbaril</i>	rara
		Abundante		rara
	Baixa	Escassa		rara
		Abundante	<i>A. leiocarpa</i> , <i>A. cearensis</i> , <i>A. parvifolium</i> , <i>C. odorata</i>	comum
Restrita	Alta	Escassa		rara
		Abundante		rara
	Baixa	Escassa		rara
		Abundante	<i>D. ferrea</i>	rara

*A. leiocarpa*, *A. parvifolium*, *A. cearensis* e *C. odorata* foram categorizadas como espécies comuns, com distribuição geográfica ampla, baixa especificidade por habitat e abundantes. O fato de serem classificadas como comuns, sugere que essas espécies estejam no centro de sua escala geográfica (centro de ocorrência, *sensu* Brown, 1984) onde as combinações de fatores ambientais proporcionam uma elevada abundância (Brown *et al.*, 1995). Esse padrão foi observado para mais de 66% das espécies estudadas por Pitman *et al.* (1999) na Amazônia Peruana e 50% das espécies estudadas por Eilu *et al.* (2004), nas florestas do oeste de Uganda.

*D. ferrea* foi categorizada como rara, por apresentar distribuição geográfica restrita, no entanto apresentou baixa especificidade por habitat e é localmente abundante. Estas características sugerem que a espécie tem nicho amplo, com grande habilidade na exploração de recursos (*sensu* Brown *et al.*, 1995); embora, à medida que as combinações de fatores mudam e as condições que favorecem a espécie diminuem, a espécie se distancia do seu centro de ocorrência, limitando sua escala geográfica (*sensu* Brown, 1984), tornando-a restrita.

*M. balsamum* e *H. courbaril* foram categorizadas como espécies raras por serem escassas e apresentarem alta especificidade por habitat na área de estudo, embora apresentem uma ampla distribuição geográfica. Estas características sugerem que as

espécies estariam na periferia de sua escala geográfica (*sensu* Brown, 1984), apesar de um nicho amplo, as combinações de fatores não estariam favorecendo sua abundância (*sensu* Brown *et al.*, 1995).

A alta especificidade e baixa abundância tornam uma espécie mais vulnerável à extinção local (Lande, 1988; Benayas *et al.*, 1999), já que a baixa densidade dificulta a polinização e o sucesso reprodutivo (Mustajrvi *et al.*, 2001) e torna as populações mais sensíveis a mudanças ambientais (Menges, 1992). Desta forma, *M. balsamum* e *H. courbaril* são mais suscetíveis à extinção. No entanto, a baixa abundância dessas espécies é relativa, já que apresentam uma ampla distribuição geográfica. Logo, o tamanho da população pode ser muito grande, se ampliarmos a escala de observação (Pitman *et al.*, 1999).

Embora o presente trabalho não tenha abordado questões reprodutivas, dinâmica populacional, nem perda de habitat (desflorestamento), os resultados aqui apresentados sugerem que a raridade dessas espécies é devido à especificidade ecológica. Que fatores são responsáveis por essa especificidade, ou o quanto a exploração dessas espécies pode influenciar a estrutura genética, são questões em aberto.

Sugerimos estudos adicionais abordando esses aspectos, para fornecer informações para melhor utilização e conservações dessas espécies, já que a categorização da ocorrência é apenas o primeiro passo no esforço para conservação (Benayas *et al.*, 1999).

## **Conclusões**

Quanto à categorização da ocorrência, concluímos que:

As espécies *Myroxylon balsamum* e *Hymenaea courbaril* apresentaram baixa densidade, são especialistas de habitat e apresentam uma ampla distribuição geográfica. Portanto foram categorizadas como raras.

A espécie *Dipteryx ferrea* apresentou alta densidade, é generalista de habitat, mas sua escala geográfica é restrita ao oeste da Amazônia. Portanto foi categorizada como rara.

As espécies *Apuleia leiocarpa*, *Aspidosperma parvifolium*, *Amburana cearensis* e *Cedrela odorata* apresentam alta densidade, ampla distribuição geográfica, e baixa especificidade por habitat. Portanto essas espécies foram categorizadas como comuns.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Almeida, S.; Lisboa, P.; Silva, A. 1993. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na estação científica "Ferreira Pena", em Caxiuanã (Pará). *Bolm. Mus. Paraense Emilio Goeldi*, Ser. Botânica, Pará, 9(1): 93-128.
- Bader, M. Y.; van Geloof, I.; Rietkerk, M. 2007. High solar radiation hinders tree regeneration above the alpine treeline in northern Ecuador. *Plant Ecology*, 191(1):33-45.
- Bawa, K e Ashton, P. 1991. Conservation of rare trees in tropical rain forests: a genetic perspective, In: *Genetics and Conservation of rare plants* (eds. D. Falk e K. Holsinger) Oxford University Pres. Oxford, pp 62-7.
- Benayas, R.; Scheiner, M.; Sánchez-Colomer, G.; Levassor, C. 1999. Commonness e rarity: teoria e aplicação de um modelo novo aos grasslands mediterranean do montane. *Ecology conservation*, 3 (1): 5.
- Branquinho, C.; Serrano, H. C.; Pinto, M. J.; Martins-Loução M. A. 2007. Revisiting the plant hyperaccumulation criteria to rare plants and earth abundant elements. *Environmental Pollution*, 146: 437-443.
- Brown, J. H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist*, 124: 255-279.
- Brown, J. H.; Mehlman, D. W.; Stevens, G. C. 1995. Spatial variation in abundance. *Ecology*, 76: 2028-2043.
- Buist, M.; Coates D. J.; Yate C. J. S. 2002. Rarity and threat in relation to the conservation of Acacia in Western Australia. *Conservation Science W. Aust.*, 4(3): 33-53.
- Cody, M. 1986. Diversity, rarity, and consrvation in Mediterranean climate regions. In: *Conservation biology: the science of scarcity and diversity* Editor: Soule, M. editor. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA. pp 117–123.
- Davidar, P.; Puyravaud, J.; Leigh Jr, E. 2005. Changes in rain forest tree diversity, dominance and rarity across a seasonality gradient in the Western Ghats, India. *Journal of Biogeography*, 32:493–501.
- Eilu, G.; Hafashimana, D. L. N.; Kasenene, J. M. 2004. Tree species distribution in forests of the Albertine Rift, western Uganda. *African Journal of Ecology*, 42: 100–110.
- Gaston, K. J. 1994. *Rarity*. Chapman and Hall, London, UK.

- Gaston, K. J. 1997. What is rarity? In: *The biology of rarity: Causes and consequences of rare-common differences*. Kunin W. E. and Gaston K. J., editors. Chapman and Hall, London, UK. Pages 30-47
- Gaston, K. J. e Kunin, W. E. 1997. Rare-common differences: An overview. In: *The Biology of Rarity*, W. E. Kunin and K. J. Gaston, eds., Chapman & Hall, London. pp. 12–29.
- Gentry, A. H. 1986. Endemism in tropical versus temperate plant communities. In *Conservation biology - the science of scarcity and diversity* (M. Soulé, ed.). Sinauer Assoc. Inc., Sunderland, pp.153-181.
- Givnish, T. J. 1999. On the causes of gradients in tropical tree diversity. *Journal of ecology*, 87:193-210.
- Hannon, S; Cotterill, S; Schmiegelow, J. 2004. Identifying rare species of songbirds in managed forests: application of an ecoregional template to a boreal mixedwood system. *Forest Ecology and Management*, 191: 157–170.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. Cold Springs Harbor Symposia. *Quantitative Biology*, 22: 415-27.
- Jennersten, O. 1988. Pollination in *Dianthus deltoids* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set. *Conservation Biology*, 2:359-366.
- Kageyama, P. Y. e Lepsch-Cunha, N. M. 2001. Singularidade da biodiversidade nos trópicos. In: *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento* (I. Garay & B.F.S. Dias, coords.). Editora Vozes, Petrópolis.
- Kruckeberg, A. e Rabinowitz, D. 1985. Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16: 447-79.
- Lande, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. *Science*, 241:1455-1460.
- Lloyd, K.; Lee, W.; Wilson, J. 2002. Competitive abilities of rare and common plants: comparisons using *Acaena* (Rosaceae) and *Chionochloa* (Poaceae) from New Zealand. *Conservation Biology*, 16: 975–985.
- Margalef, R. 1996. *Ecologia*. Ediciones Omega. Barcelona.
- Menges, E. S. 1992. Stochastic modeling of extinction in plant population. In *Conservation Biology: The Theory and Practice of nature Conservation*,

- Preservation and Management. P.L.Fiedler e S K. Jain (eds), Chapman and Hall, New York. pp. 253-275.
- Munzbergová, Z. 2005. Determinants of species rarity: population growth rates of species sharing the same habitat. *American Journal of Botany*, 92(12):1987-1994.
- Murray, B. R. e Lepschi, B. J. 2004. Are locally rare species abundant elsewhere in their geographical range?. *Austral Ecology*, 29:287–293.
- Mustajrvi, K., Siikamaki, P., Rytkonen, S. and Lammi, A. 2001. Consequences of plant population size and density of plant pollinator interactions and plant performance. *Journal of Ecology*, 89: 80-87.
- Oliveira, A. A. 2000. Inventários quantitativos de árvores em matas de terra firme: histórico com enfoque na Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 30(4): 543-567.
- Oliveira, A. e Daly, D. 1999. Geographic distribution of tree species occurring in the region of Manaus, Brazil: implications for regional diversity and conservation. *Biodiversity and Conservation*, 8: 1245–1259.
- Pitman, N; Terborgh, J; Silman, M; Núñez, P; Neill, D; Cerón, C; Palacios, W; Aulestia, M. 1999. Tree species distributions in an upper Amazonian forest. *Ecology*, 80:2651–2661.
- Pitman, N. C. A. 2000. A large-scale inventory of two Amazonian tree communities. Dissertation. Duke University, Durham, North Carolina, USA.
- Pitman, N. C. A.; Terborgh, J. W.; Silman, M. R.; Núñez, P. V.; Neill, D. A.; Cerón, C. E.; Palacios, W. A.; e Aulestia, M. 2001. Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, 82:2101–2117.
- Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. In: *The Biological aspects of rare Plant Conservation*. H. Synge (ed). Wiley, Chichester.
- Rabinowitz, D. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. In. *Conservation Biology: The science of Scarcity and Diversity* (Soulé, M. ed.), pp.182-204.
- Reveal, J. L. 1981. The concepts of rarity and population threats in plant communities. In: *Rare Plant Conservation* (eds. L. E. Morse and M. S. Henefin), The New York Botanical Garden, Bronx, pp.41-46.
- Rosenzweig, M e Lomolino, M. 1997. Who gets the short bits of the broken stick? In: *The Biology of rarity: Causes and consequences of rare – common differences* (Kunin, W & Gaston, K. ed.). Chapman & Hall. London.

- Soulé, M. 1986. Patterns of Diversity and rarity: Their Implications for Conservation. In: In. *Conservation Biology: The science of Scarcity and Diversity* (Soulé, M. ed.), pp.117-121.
- ter Steege, H.; Pitman N. C. A.; Phillips, O. L.; Chave, J.; Sabatier, D.; Duque, A.; Molino J. F.; Prévost, M. F.; Spichiger, R.; Castellanos, H.; Hildebrand, P. V.; Vasquez, R. 2006. Continental-scale patterns of canopy tree composition and function across Amazonia. *Nature*, 443: 28
- Terborgh, J. e Winter, B. 1980. Some causes of extinction. In. *Conservation Biology: An evolutionary-ecological perspective* (Soulé, M. & Wilcox, B. ed.). Massachusetts.
- Ward, M.; Dick, C. W.; Gribel, R.; Lemes, M.; Caron, H.; Lowe, A. J. 2005. To self, or not to self: A review of outcrossing and pollen-mediated gene flow in neotropical trees. *Heredity*, 95: 246–254.
- Weeb, S. D. 1995. Biological implications of the middle Miocene Amazon seaway. *Science*, 269: 360-362.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, as populações estudadas apresentaram irregularidade estrutural. O recrutamento e a mortalidade não estão balanceados, isto é, não há compensação pelo recrutamento da mortalidade dos indivíduos ao longo do tempo.

De modo geral o padrão aleatório de distribuição espacial foi predominante para todas as espécies. Apesar da Reserva apresentar uma considerável heterogeneidade ambiental, as variáveis estudadas explicaram apenas as diferenças da abundância de algumas espécies ao longo da área.

A distribuição e abundância das espécies podem ser atribuídas à estratégia de regeneração, aos fatores de sítio, e à ação antrópica. Da mesma forma, esses fatores ou ainda a aparente falta de descendentes atribuída à hipótese de desenvolvimento específico da espécie, podem explicar a irregularidade estrutural observada.

As falhas no recrutamento sugeriram que as espécies podem estar em risco de extinção local, já que essas espécies têm ciclos de vida longos, precisam de muito tempo para se recuperar. Devido a isto, é preciso monitorar as populações, de forma a identificar a causa dessas falhas para se chegar uma conclusão e se preciso, interferir no sistema de forma a garantir a permanência das espécies na Reserva.

*M. balsamum* e *H. courbaril* foram categorizadas como raras por apresentarem baixa densidade e serem especialistas de habitat. *Esse resultado* pode ser atribuído a uma característica da população, no entanto, para sua exploração madeireira, são necessários estudos que mostrem que essas espécies têm características populacionais e genéticas condizentes com essa raridade, pois a mudança na distribuição espacial e densidade dos indivíduos podem resultar em falhas na polinização e conseqüentemente, em endogamia, na perda da variabilidade genética e da produção de sementes.

*D. ferrea* foi categorizada como rara, por sua escala geográfica ser restrita ao oeste da Amazônia. *A. parvifolium*, *C. odorata*, *A. leiocarpa* e *A. cearensis*, foram categorizadas como espécies comuns. Esses resultados evidenciam a necessidade de um tratamento específico quando se trata da utilização dessas espécies para fins madeireiros. Através de um planejamento da extração, dos ciclos de corte e dos tratamentos silviculturais, por espécie manejada.

Apesar de quatro das sete espécies estudadas serem consideradas comuns, sistemas inadequados de manejo podem levá-las a extinção local, como tem acontecido

com *Dipteryx odorata*, comum na Amazônia, mas a exploração inadequada levou a espécie a fazer parte da lista de espécies ameaçada de extinção no Estado do Pará.

Assim sugeriu-se estudos abordando a estrutura genética, a dinâmica populacional e demográfica e suas relações com as variáveis bióticas e abióticas, avaliando as condições adequadas de regeneração dessas espécies, nesse e em outros ecossistemas, assim como aspectos da sua biologia reprodutiva (fenologia, polinização, fecundação, dispersão) de forma a determinar o número mínimo viável que garanta que a espécie tenha condições de permanecer no sistema com sua variabilidade genética e conseqüentemente a disponibilidade de indivíduos para os ciclos de corte propostos atualmente.

# Apêndice

Apêndice I - Média e desvio padrão (S) da umidade e abertura do dossel das parcelas e sub-parcelas localizadas na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

<b>Parcela</b>	<b>Sub-parcela</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>S</b>	<b>Abertura do dossel (%)</b>	<b>S</b>
Terra firme1	1	15.8	2.1	18.3	4.6
Terra firme1	2	16.9	2.4	15.1	6.0
Terra firme1	3	17.4	3.5	16.8	4.0
Terra firme1	4	15	0.8	15.4	4.6
Terra firme1	5	14.6	2.7	14.8	5.6
Terra firme1	6	14.1	1.2	14.0	3.5
Terra firme1	7	14.1	3.8	12.0	2.7
Terra firme1	8	15.8	8.0	11.8	1.7
Terra firme1	9	13.9	4.8	14.0	3.6
Terra firme1	10	11.4	3.3	12.0	1.8
Terra firme2	1	14.9	1.9	13.6	2.4
Terra firme2	2	14.5	1.6	13.0	2.1
Terra firme2	3	17	7.6	10.0	4.0
Terra firme2	4	15.3	2.2	10.1	2.7
Terra firme2	5	14.7	3.2	14.1	8.1
Terra firme2	6	13.9	2.0	11.3	2.7
Terra firme2	7	15	3.2	9.8	1.0
Terra firme2	8	13.9	1.7	12.6	6.7
Terra firme2	9	12.3	1.7	9.6	1.1
Terra firme2	10	12.2	2.2	13.1	6.7
Encosta1	1	16.6	1.3	11.5	1.9
Encosta1	2	15.6	1.3	11.7	4.4
Encosta1	3	13.6	3.9	8.9	2.4
Encosta1	4	16.4	6.1	12.0	8.5
Encosta1	5	16.8	3.2	8.1	2.9
Encosta1	6	15.1	2.3	10.4	2.1
Encosta1	7	15.1	1.5	11.1	2.4
Encosta1	8	14.7	2.8	11.6	2.7
Encosta1	9	13.7	3.2	9.1	1.2
Encosta1	10	12.8	1.9	8.2	2.0
Encosta2	1	14.3	0.4	9.6	1.8
Encosta2	2	13.8	2.2	9.0	2.5
Encosta2	3	16.7	2.5	11.5	4.6
Encosta2	4	15.1	2.0	10.1	1.8
Encosta2	5	13.9	1.2	8.8	2.4
Encosta2	6	12.1	3.1	11.8	3.9
Encosta2	7	14.2	1.1	11.2	2.9
Encosta2	8	12.6	1.2	13.2	3.0
Encosta2	9	15.1	2.4	10.4	2.7
Encosta2	10	13.9	3.3	11.8	3.8

Várzea1	1	16.4	2.4	22.8	4.4
Várzea1	2	12.9	1.2	18.2	5.4
Várzea1	3	18	1.4	17.1	2.6
Várzea1	4	18.4	1.3	15.6	4.8
Várzea1	5	16.8	4.7	15.1	2.4
Várzea1	6	19.7	2.6	13.4	3.2
Várzea1	7	17	4.1	16.0	3.3
Várzea1	8	18.6	3.0	15.9	4.9
Várzea1	9	14.8	1.9	16.6	3.9
Várzea1	10	18.2	2.6	15.5	3.3
Várzea2	1	16.1	5.3	13.7	2.4
Várzea2	2	17.2	4.3	12.8	2.0
Várzea2	3	13	2.0	12.8	1.5
Várzea2	4	13.9	1.8	11.2	3.0
Várzea2	5	14.5	4.8	10.6	1.0
Várzea2	6	15.7	1.9	9.1	1.9
Várzea2	7	18.2	3.2	9.8	2.8
Várzea2	8	18.1	2.4	11.4	3.0
Várzea2	9	18.6	3.9	8.9	2.2
Várzea2	10	20.5	2.5	9.4	1.7

Apêndice II - Classificação segundo a classe textural das parcelas e sub-parcelas localizadas na Reserva Florestal Humaitá, Porto Acre, Acre.

<b>Parcela</b>	<b>Sub-parcela</b>	<b>Areia</b>	<b>Argila</b>	<b>Silte</b>	<b>Classe textural</b>
Terra firme1	1	22	22	56	Franco siltoso
Terra firme1	2	18	24	58	Franco siltoso
Terra firme1	3	19	30	52	Franco argilo siltoso
Terra firme1	4	19	26	54	Franco siltoso
Terra firme1	5	18	28	54	Franco siltoso
Terra firme1	6	15	25	60	Franco siltoso
Terra firme1	7	20	20	59	Franco siltoso
Terra firme1	8	19	22	59	Franco siltoso
Terra firme1	9	30	21	49	Franco
Terra firme1	10	27	22	51	Franco siltoso
Terra firme2	11	28	20	52	Franco siltoso
Terra firme2	12	25	19	56	Franco siltoso
Terra firme2	13	25	18	58	Franco siltoso
Terra firme2	14	22	21	57	Franco siltoso
Terra firme2	15	23	18	59	Franco siltoso
Terra firme2	16	26	19	55	Franco siltoso
Terra firme2	17	24	19	57	Franco siltoso
Terra firme2	18	27	19	54	Franco siltoso
Terra firme2	19	27	17	56	Franco siltoso

Terra firme2	20	27	18	55	Franco siltoso
Encosta1	1	10	34	56	Franco argilo siltoso
Encosta1	2	17	27	56	Franco argilo siltoso
Encosta1	3	12	29	59	Franco argilo siltoso
Encosta1	4	15	26	59	Franco siltoso
Encosta1	5	16	25	59	Franco siltoso
Encosta1	6	13	23	64	Franco siltoso
Encosta1	7	16	24	60	Franco siltoso
Encosta1	8	8	22	70	Franco siltoso
Encosta1	9	16	24	60	Franco siltoso
Encosta1	10	14	22	65	Franco siltoso
Encosta2	11	24	25	51	Franco siltoso
Encosta2	12	9	23	67	Franco siltoso
Encosta2	13	16	24	60	Franco siltoso
Encosta2	14	13	30	58	Franco argilo siltoso
Encosta2	15	9	33	58	Franco argilo siltoso
Encosta2	16	10	35	55	Franco argilo siltoso
Encosta2	17	8	33	59	Franco argilo siltoso
Encosta2	18	7	39	54	Franco argilo siltoso
Encosta2	19	10	32	58	Franco argilo siltoso
Encosta2	20	7	36	57	Franco argilo siltoso
Várzea1	1	17	17	65	Franco siltoso
Várzea1	2	15	21	64	Franco siltoso
Várzea1	3	19	19	62	Franco siltoso
Várzea1	4	26	17	57	Franco siltoso
Várzea1	5	24	15	61	Franco siltoso
Várzea1	6	23	20	57	Franco siltoso
Várzea1	7	19	21	60	Franco siltoso
Várzea1	8	21	23	56	Franco siltoso
Várzea1	9	10	22	68	Franco siltoso
Várzea1	10	12	22	65	Franco siltoso
Várzea2	11	29	21	49	Franco
Várzea2	12	36	19	44	Franco
Várzea2	13	20	25	55	Franco siltoso
Várzea2	14	13	27	60	Franco argilo siltoso
Várzea2	15	24	22	54	Franco siltoso
Várzea2	16	5	33	62	Franco argilo siltoso
Várzea2	17	25	17	58	Franco siltoso
Várzea2	18	9	30	60	Franco argilo siltoso
Várzea2	19	24	24	53	Franco siltoso
Várzea2	20	15	29	56	Franco argilo siltoso

---

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)