

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS

O PAPEL DE PLANTIOS HOMOGÊNEOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS EM  
PROMOVER A REGENERAÇÃO NATURAL NA AMAZÔNIA CENTRAL

THAÍS ALMEIDA LIMA

MANAUS-AM

2009

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS

O PAPEL DE PLANTIOS HOMOGÊNEOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS EM  
PROMOVER A REGENERAÇÃO NATURAL NA AMAZÔNIA CENTRAL

THAÍS ALMEIDA LIMA

Orientador: Dr. Gil Vieira

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS.

MANAUS-AM

2009

L732

Lima, Thaís Almeida

O papel de plantios homogêneos de espécies florestais nativas em promover a regeneração natural na Amazônia Central / Thaís Almeida

Lima .--- Manaus : [s.n.], 2009.

viii, 34f. : il. color.

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2008

Orientador : Gil Vieira

Área de concentração : Silvicultura Tropical

1. Sucessão florestal. 2. Composição florística. 3. Regeneração natural.

I. Título.

CDD 19. ed. 574.52642

**Sinopse:**

Foram avaliadas a riqueza e abundância da comunidade vegetal regenerante em cinco plantios florestais homogêneos e áreas de mata primária, na Amazônia Central. As relações entre a composição florística das espécies regenerantes e variáveis ambientais também foram analisadas.

**Palavras-chave:** Sucessão florestal, composição florística, regeneração natural, plantios florestais.

## AGRADECIMENTOS

A minha família que apoiou minha mudança para tão longe de casa, em especial a minha mãe e irmãos.

A Ana e Demétrio por me receberem de braços abertos quando cheguei a Manaus.

Ao meu orientador, Gil, pela liberdade de escolha do tema da dissertação, pela confiança e entusiasmo em todas as etapas do trabalho.

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida, a Rede CT-Petro pelo apoio financeiro e a Fundação Djalma Batista pela logística que possibilitaram a realização deste trabalho.

A secretaria da CPST, pela logística das saídas de campo.

Aos “mateiros” que me ajudaram neste trabalho, Sr. Basílio, Sr. Edmilson e Cunha.

Ao Murilo “Príncipe”, cujo passeio na EEST resultou no tema dessa Dissertação.

Aos amigos da turma de mestrado do CFT ano de 2007, em especial a Priscila, Juvenal e Marciel.

As minhas amigas da “Salinha do Gil” Raquel, Carol e Juliana. E ao Rafael que chegou depois...

Em especial a Aline e Joana, amigas em tempo integral, e sem as quais a vida em Manaus não teria sido a mesma.

Por fim, agradeço a Paulo Rubim, pela ajuda nos trabalhos de campo, na análise das fotos hemisféricas, pela infinita paciência e por todo amor e carinho.

## RESUMO

Plantios florestais cobrem uma extensa área em muitos países e isto tem despertado a preocupação acerca do papel dos plantios na conservação da biodiversidade. Neste trabalho avaliamos a riqueza das espécies vegetais regenerantes em cinco plantios florestais homogêneos (*Simarouba amara*, *Dinizia excelsa*, *Dipteryx odorata*, *Bagassa guianensis* e *Jacaranda copaia*) de aproximadamente 35 anos de idade, compostos de espécies nativas, e áreas de floresta primária, na região de Manaus, Amazonas, Brasil (2°35'51.28'' S; 60°02'10.57''W). Os plantios apresentaram valores de riqueza de espécies próximos aos registrados para áreas de florestas nativas, com exceção do plantio de *Jacaranda copaia*. A relação entre a composição de espécies e as diversas variáveis ambientais amostradas foi feita por meio da análise de correspondência canônica (ACC). A ACC resultou em correlações entre a composição de espécies, validadas pelo teste de Monte Carlo, com a porcentagem de abertura de dossel, teor de nitrogênio, pH, saturação por bases e teor de alumínio no solo. Nossos resultados demonstram que plantios florestais homogêneos podem conter níveis de biodiversidade próximos aos de florestas primárias, e reforçam o valor de paisagens antrópicas no cenário da conservação da biodiversidade.

## ABSTRACT

Forest plantations cover a large area in many countries and it is increasing the concern about the role of plantations in the biodiversity conservation. In this study we evaluated the seedling species richness in five 35 years old pure plantations (*Simarouba amara*, *Dinizia excelsa*, *Dipteryx odorata*, *Bagassa guianensis* and *Jacaranda copaia*), composed by native species and the surround primary forests, in the region of Manaus, Amazonas, Brazil (2°35'51.28'' S; 60°02'10.57''W). The plantations forests presented values of species richness close to recorded in primary forests, with exception of *Jacaranda copaia* plantation. The relationship between species composition and the several environmental variables sampled was carried out by canonical correspondence analyses (CCA). The CCA resulted in correlations between species composition, validated by Monte Carlo test, with the percentage of canopy openness, concentration of nitrogen, pH, base saturation and concentration of aluminum in soil. Our results showed that homogeneous forest plantations can contain biodiversity levels nearly to primary forests, and reinforce the value of human modified landscapes in the biodiversity conservation scenario.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vii
1. Introdução.....	1
2. Material e Métodos.....	4
2.1 Área de estudo .....	4
2.2 Amostragem da vegetação.....	6
2.2 Amostragem das variáveis ambientais .....	6
2.3 Análise dos dados .....	7
3. Resultados .....	8
3.1 Riqueza, abundância e composição florística da regeneração natural entre plantios e matas.....	8
3.2 Relações da regeneração natural com as variáveis abióticas.....	11
4. Discussão.....	16
4.1 Riqueza, abundância e composição florística da regeneração natural entre plantios e matas.....	16
4.2 Relações da regeneração natural com as variáveis abióticas.....	18
5. Conclusões .....	20
6. Referências bibliográficas .....	21
Apêndices .....	25

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização dos plantios e das áreas de mata primária estudados na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil.....05
- Figura 2. Comparação das curvas de rarefação observadas dos plantios com as matas primárias adjacentes na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. As linhas vermelhas representam a curva observada dos plantios, e as linhas pretas representam as curvas das matas tomadas para comparação (a linha preta mais grossa é a curva observada e as linhas mais finas acima e abaixo representam seu intervalo de confiança a 95% de probabilidade). Onde, MP1: mata primária área 1; MP2: mata primária área 2; MP3: mata primária área 3.....09
- Figura 3. Porcentagem de espécies e indivíduos por formas de vida em cinco plantios florestais e três áreas de mata primária, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*; MP1: mata primária área 1; DE: plantio de *Dinizia excelsa*; MP3: mata primária área 3; DO: plantio de *Dipteryx odorata*; BG: plantio de *Bagassa guianensis*; JC: plantio de *Jacaranda copaia*; MP2: mata primária área 2. Árv: árvore; arb: arbusto; palm: palmeira; erva: ervas terrestres; liana: liana lenhosa; descon: forma desconhecida e he: hemiepífita.....10
- Figura 4. Densidade dos indivíduos por classes de altura em cinco plantios florestais e três áreas de mata primária, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*; MP1: mata primária área 1; DE: plantio de *Dinizia excelsa*; MP3: mata primária área 3; DO: plantio de *Dipteryx odorata*; BG: plantio de *Bagassa guianensis*; JC: plantio de *Jacaranda copaia*; MP2: mata primária área 2.  
.....11
- Figura 5. Ordenação NMDs para a composição de espécies baseada em dados qualitativos (A) e quantitativos (B), para os cinco plantios florestais e três áreas de mata primária na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*; MP1: mata primária área 1; DE: plantio de *Dinizia excelsa*; MP3: mata primária área 3; DO: plantio de *Dipteryx odorata*; BG: plantio de *Bagassa guianensis*; JC:



plantio de *Jacaranda copaia*; MP2: mata primária área 2. O stress final e instabilidade final foram para (A) 10.35, 0.00001 e (B) 9.31, 0.00001, respectivamente.....12

Figura 6. Diagrama de ordenação das parcelas produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), para os cinco plantios florestais e três matas primárias na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*; MP1: mata primária área 1; DE: plantio de *Dinizia excelsa*; MP3: mata primária área 3; DO: plantio de *Dipteryx odorata*; BG: plantio de *Bagassa guianensis*; JC: plantio de *Jacaranda copaia*; MP2: mata primária área 2. Os números seguidos das siglas correspondem ao número da parcela.....13

Figura 7. Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 40 espécies mais abundantes em cinco plantios florestais e três áreas de matas primárias na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. As siglas das espécies encontram-se na Tabela 4.....14

# O PAPEL DE PLANTIOS HOMOGÊNEOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS EM PROMOVER A REGENERAÇÃO NATURAL NA AMAZÔNIA CENTRAL<sup>1</sup>

## 1. Introdução

O desmatamento é a maior causa da perda de biodiversidade e uma das maiores preocupações mundiais. As áreas de florestas naturais, em uma perspectiva global, decrescem cerca de 13 milhões de hectares anualmente, em grande parte devido à conversão destas áreas em paisagens agrícolas (FAO 2007). A Amazônia brasileira, a maior área de floresta tropical contínua do mundo, possui 330 milhões de hectares, dos quais cerca de 70 milhões estão desmatados e cuja metade está abandonada (Almeida et al. 2006). Os principais agentes de alteração da paisagem na região são as atividades de pecuária, exploração de madeira, agricultura de corte e queima e, mais recentemente, a agricultura mecanizada de grãos (Almeida et al. 2006; Kirby et al. 2006).

Enquanto as áreas de florestas primárias estão sendo reduzidas, florestas secundárias e plantações florestais apresentam uma contínua expansão (Wright 2005), estima-se que a área mundial de florestas plantadas gire em torno de 140 milhões de hectares (FAO 2007). No Brasil, florestas plantadas, apesar de extensas (5,4 milhões de ha) representam somente uma pequena porção de toda a área florestal do país, e uma diminuta fração das áreas alteradas pela agricultura (FAO 2006). Todavia, uma das atuais políticas do governo brasileiro é fazer com que estas áreas aumentem (PNF 2000), cerca de 2,2 milhões de hectares por ano, notadamente em áreas degradadas e abandonadas.

Florestas primárias são ecossistemas complexos, dinâmicos e multiestratificados, com uma grande diversidade de organismos e formas de vida. Em contraste, a maioria das plantações florestais é distinguida de florestas naturais devido à organização e uniformidade que apresentam. Uma floresta plantada é conceitualmente definida como uma floresta estabelecida por plantio e/ou semeadura em processo de florestamento ou reflorestamento (FAO 2008). O florestamento é o estabelecimento de florestas plantadas em locais que até então não eram fisionomicamente classificados como florestas e o reflorestamento é estabelecimento de plantações florestais em áreas que eram anteriormente classificadas como florestas (FAO 2008). Os principais objetivos das florestas plantadas são produção de madeira para combustível, celulose e papel, madeira serrada, madeira reconstituída e em menor escala para redução de erosão, áreas quebra vento e fixação de carbono (Brockhoff et al. 2008).

Plantios florestais são eficientes em prover madeira e fibras, com 62% destas matérias primas consumidas no Brasil sendo originárias de plantios (Carle et al. 2002), entretanto, muito pouco se sabe sobre seu potencial em conservar a biodiversidade. O efeito dos plantios sobre conservação da biodiversidade foi recentemente revisado por Carnus et al. (2006) e Brockhoff et al. (2008), estes autores enfatizam que plantações podem ter efeitos positivos ou negativos na biodiversidade, considerando-se escalas de plantios ou

---

<sup>1</sup> Escrito conforme as normas da revista *New Forests* (CAPES Qualis “A”; Fator de Impacto: 0.733 JCR-2007).

paisagens e depende muito do contexto ecológico no qual estão inseridos. Obviamente, a substituição de paisagens naturais por plantios florestais, principalmente em ecossistemas não florestais (como campos e savanas), pode ser considerada o principal ponto negativo dos plantios (Brockerhoff et al. 2008; Carnus et al. 2006).

Quando comparados com florestas naturais é de se esperar que plantios apresentem menores valores de biodiversidade. Contudo, quando comparados com áreas de agricultura, pastagens ou paisagens degradadas, plantios apresentam maiores valores de biodiversidade, podendo prover habitats favoráveis para diversas espécies da fauna e flora (Brockerhoff et al. 2008; Carnus et al. 2006; Cavelier e Tobler 1998; Parrota et al. 1997a). Dentro deste contexto, as plantações florestais podem ser vistas como um “mal menor” (Cyranoski 2007; Sayer e Elliot 2005) dentre diversos tipos de paisagens antrópicas. A possibilidade de inserção deste tipo de ambiente na conservação da biodiversidade tem sido amplamente debatida (Brockerhoff et al. 2008).

Existem vários indicadores que podem ser usados para verificar o status de biodiversidade em plantios florestais, como pássaros, invertebrados, mamíferos e plantas. Destes a vegetação é um dos indicadores menos pesquisados (Stephens e Wagner 2007). Vários estudos evidenciaram que plantios florestais podem facilitar o processo sucessional (Cusack e Montagnini 2004; Otsamo 2000; Parrota e Knowles 2001; Silva Júnior et al. 1995; Senbeta et al. 2002; Yirdaw 2001). Este efeito catalisador dos plantios ocorre devido a mudanças nas condições microclimáticas, aumento na complexidade estrutural da vegetação, desenvolvimento de camadas de liteira e húmus, melhoria da estrutura, umidade e fertilidade do solo, atração de dispersores de sementes e redução da proliferação de gramíneas (Lugo 1997; Montagnini 2005; Parrota et al. 1997a). Na maioria das vezes, as espécies plantadas falham em regenerar sob sua própria sombra, tornando-se menos dominantes no local e permitindo que outras espécies possam alcançar o dossel (Lugo 1997), esta seqüência foi observada pantropicalmente (Parrota et al. 1997a).

Diversos fatores podem influenciar o estabelecimento de espécies regenerantes no sub-bosque de plantios florestais. Boa parte das diferenças de riqueza e diversidade de espécies vegetais regenerantes entre diferentes plantios analisados é atribuída à espécie plantada (Duan et al. 2008; Firm et al. 2007; Irmão 2003; Molinaro 2005; Parrota et al. 1997a). Dessa forma, é esperado que algumas espécies, com características notadamente facilitadoras (*sensu* Connell e Slatyer 1977), apresentem uma maior capacidade de atrair a regeneração natural em seus sub-bosques. Muitos autores atribuem a plantios mistos uma maior capacidade de atrair espécies de sub-bosque que plantios puros (Carnevale e Montagnini 2002; Duan et al. 2008; Lamb 1998). Entretanto outros trabalhos não confirmaram esta hipótese (Butler et al. 2008). Plantios mais antigos, por aumentarem sua complexidade estrutural ao longo dos anos, são citados como tendo maiores valores de diversidade vegetal que plantios jovens (Barbosa et al. 2009; Carnus et al. 2006; Kanowski et al. 2003; Parrota et al. 1997a). Outro fator importante que influencia o estabelecimento de espécies no sub-bosque de plantios é a distância que eles possuem de uma matriz florestal, fonte de propágulos. Quanto mais próximo for o plantio de uma matriz florestal, maiores as chances de colonização do sub-bosque (Brockerhoff et al. 2008; Carnus et al. 2006; Lamb 1998).

Na Amazônia Brasileira estudos de regeneração natural em plantios florestais são escassos, sobretudo porque não existem muitas áreas de florestas plantadas na região. Parrota et al. (1997b) e Parrota e Knowles (2001) estudaram o processo de sucessão secundária em áreas recuperadas após exploração de bauxita, na região de Porto Trombetas (PA). De forma geral os autores verificaram que, após cerca de dez anos, as áreas

monitoradas apresentaram diversidade estrutural e florística, sendo os plantios de espécies nativas mais promissores no processo de restauração ecológica que talhões de espécies exóticas. Em um estudo bem abrangente, Barlow et al. (2007) fizeram um levantamento de várias taxa em plantios comerciais localizados na área do Projeto Jari (entre os estados do PA e AP), verificando que a riqueza de espécies vegetais regenerantes foi maior na área de floresta primária, seguida das áreas de sucessão secundária e dos plantios de *Eucalyptus* (vale ressaltar que este estudo analisou plantios jovens de 4-6 anos). A existência de plantios homogêneos abandonados com mais de 35 anos de idade foi uma ótima oportunidade de se verificar o status de conservação da biodiversidade vegetal em paisagens antrópicas, uma vez que a maior parte dos trabalhos sobre o tema foi conduzida em plantios jovens (Barlow et al. 2007; Cusack e Montagnini 2004; Parrota et al. 1997b; Parrota e Knowles 2001; Silva Júnior et al. 1995).

Dentro do contexto de recuperação de paisagens degradadas, mais precisamente de áreas de exploração de petróleo, a rede CT-Petro se destaca por ser um grupo multidisciplinar, reunindo várias instituições e diferentes áreas de pesquisas. Dentro da rede se insere o **Grupo de Sucessão Artificial (PT2)** cuja missão é investigar aspectos relacionados à sucessão artificial em diferentes tipos de paisagens alteradas.

O termo sucessão é usado para descrever muitos tipos de mudanças da vegetação em diferentes escalas tanto no tempo como no espaço. Em áreas florestais, a sucessão é definida como uma mudança no tempo, na composição de espécies e na fisionomia da vegetação de um sítio onde o clima permanece efetivamente constante (Finegan 1985). Arbitrariamente, muitos autores atribuem classes, nas quais se encontrariam o estágio regenerante dentro de uma floresta tropical, devido, sobretudo, à dificuldade de se definir quando uma espécie atinge o estágio vegetativo reprodutivo. Uma das classificações mais usadas para se definir regeneração natural em florestas tropicais foi proposta por Finol (1971), que considera como regeneração todos os descendentes das plantas arbóreas que se encontram entre o solo florestal e 9,9 cm de DAP (diâmetro a altura de 1.30 m do solo), acima deste limite a espécie já seria um indivíduo adulto e estabelecido.

Considerando-se o contexto do entendimento do processo de sucessão em paisagens artificiais, ou seja, plantios homogêneos de espécies nativas, os objetivos deste trabalho foram verificar: 1) se plantios florestais podem conter níveis de diversidade de espécies vegetais próximos aos encontrados em florestas naturais, 2) verificar como varia a diversidade de espécies vegetais entre plantios de diferentes espécies plantadas e 3) avaliar a relação entre a regeneração natural e as variáveis ambientais abertura de dossel e propriedades químicas e físicas do solo.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Área de estudo

O presente estudo foi conduzido na Estação Experimental de Silvicultura Tropical – EEST, localizada no Distrito Agropecuário da Suframa, cuja sede localiza-se no km 43 da BR 174 (2°35'51,28'' S; 60°02'10,57''W), Município de Manaus, Amazonas, Brasil (Figura 1). A classificação dos solos nas áreas da EEST varia de Argissolos Vermelho-Amarelo a Latossolo Amarelo (Ranzani 1980). A altitude nas áreas de platô é de cerca de 100 a 150 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é AmW com temperatura média anual de 26,6°C, umidade relativa de 75 a 86% e precipitação anual de 1,750 a 2,500 mm, com média anual de cerca de 2,440 mm (Ribeiro e Adis 1984). A EEST com seus 21 mil hectares típicos de terra firme tornou-se a partir da década de 70 sede dos projetos da Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical (CPST) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (Campos 1996).

A floresta primária da EEST pode ser classificada como campina, campinarana, floresta de terra firme sobre solos argilosos e floresta de terra firme sobre solos arenosos. Essas duas últimas vegetações ocorrem sobre latossolos com conteúdos variáveis de argila (Ranzani 1980). Segundo o autor, ambas são caracterizadas por uma falta de acumulação de húmus, uma estrutura complexa, com estratos dificilmente distinguíveis, folhas sempre verdes e mesofíticas, e uma presença notável de elementos típicos de florestas pluviais tropicais (raízes aéreas, sapopemas, cipós e grandes trepadeiras lenhosas). Jardim e Hosokawa (1986) analisaram a estrutura e a florística da vegetação de terra firme da EEST, em 8 parcelas de 20 × 50 m, e verificaram que a floresta é muito heterogênea, com cerca de 324 espécies amostradas, em 57 famílias. As espécies mais importantes da área foram: *Eschweilera odorata*, *Corynthophora alta*, *Protium apiculatum* e *Radkoferella* sp. A estrutura diamétrica apresenta-se regular, como esperada para florestas nativas.

Os experimentos com plantios de espécies florestais nativas e exóticas foram implantados pela CPST em áreas experimentais, chamadas S1, S2 e S3 (conforme Figura 1). O plantio de *Simarouba amara* localiza-se na área S1, o plantio de *Dinizia excelsa*, localiza-se na S3 e os outros três plantios (*Dipterix odorata*, *Bagassa guianensis* e *Jacaranda copaia*) localizam-se na área S2 (Tabela 1). Foi avaliada a regeneração natural nestes plantios e em áreas de florestas primárias próximas a eles. Os plantios estudados apresentam idade (de 33 a 36 anos), espaçamento (4 × 4 m) e área plantada similares (50 × 50 m).

O sistema de plantio para todos os locais foi igual: remoção da vegetação nativa, queima do local e posterior plantio das mudas. As atividades de manutenção, tais como remoção do sub-bosque e combate à formigas cortadeiras, foram interrompidas no início da década de 90, quando os plantios foram então abandonados (Campos 1996).

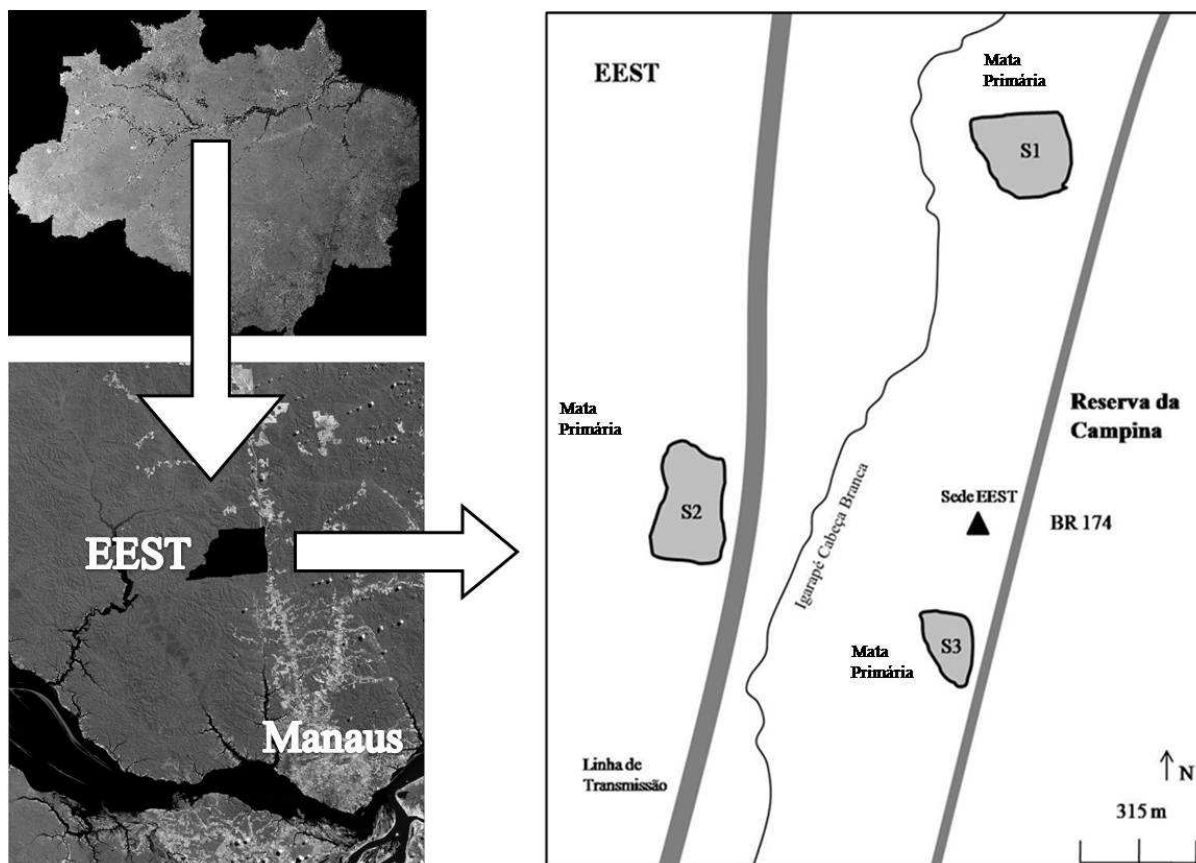


Figura 1. Localização dos plantios e das áreas de floresta primária estudados na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, AM.

Tabela 1. Descrição dos plantios florestais estudados na Estação Experimental de Silvicultura Florestal, Manaus, Brasil.

Local	Espécie plantada	Família	Data do plantio	Área basal em 2008 (m <sup>2</sup> /ha)	Altura média em 2008 (m)	Grupo Sucessional
S1	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	01/1973	25.02	24.86	Pioneira <sup>1</sup>
S2	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae	02/1973	12.20	17.07	Climax <sup>2</sup>
S2	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Bignoniaceae	02/1974	11.28	29.35	Pioneira <sup>2</sup>
S2	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Moraceae	12/1972	02.12	27.00	Pioneira <sup>3</sup>
S3	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Fabaceae	02/1975	30.85	24.54	Climax <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vieira (1995); <sup>2</sup>Ávila e Silva 2006; <sup>3</sup>Cunha (2002).

## 2.2 Amostragem da vegetação

Embora a existência de efeitos de borda entre uma matriz florestal e um plantio florestal sejam menores, quando comparados com áreas abertas (Denyer et al. 2006), excluímos uma faixa 10 m a partir da borda de cada plantio para eliminar possíveis efeitos como estes. As áreas de floresta primária usadas para comparação distam cerca 50 a 100 metros das áreas plantadas. Dentro de cada plantio, e nas áreas de mata primária, foram alocadas aleatoriamente 6 parcelas de  $5 \times 5$  m. Estas parcelas não são consideradas réplicas verdadeiras, mas pseudo-repetições (*sensu* Hurlbert 1984). No entanto, os plantios estudados apresentam características similares de implantação e manejo, o que os torna passíveis de comparações.

Em cada parcela foram amostrados todos os indivíduos com altura superior a 50 cm e DAP inferior a 10 cm. Consideramos apenas os indivíduos com altura superior a 50 cm, pois a partir desta altura a identificação botânica pode ser mais confiável. Para as lianas (cipós lenhosos), consideramos arbitrariamente, como regeneração aqueles indivíduos que ainda não se encontravam apoiados em outros indivíduos. A coleta de dados da regeneração natural foi pontual e dividida em classes de altura. Estas classes foram baseadas em Finol (1971): Classe I - indivíduos com altura entre 50 e 150 cm; Classe II - indivíduos com altura entre 150 e 300 cm; Classe III - indivíduos com altura superior a 300 cm e  $DAP \leq 10$  cm.

O sistema de classificação botânica adotada foi o APG II (2003). O nome científico das espécies foi verificado com o banco de dados do *Missouri Botanical Garden* (<http://www.tropicos.org/>). Para os indivíduos não identificados em campo até o nível de espécie foram coletadas amostras de material botânico e herborizados para identificação através de consulta a bibliografia especializada (Ribeiro et al. 1999), consultas a especialistas e comparação com exsicatas do Herbário do Inpa. As formas de vida foram verificadas no livro *Flora da Reserva Ducke* (Ribeiro et al. 1999).

## 2.2 Amostragem das variáveis ambientais

A abertura do dossel foi estimada usando-se fotografias hemisféricas retiradas a partir de uma câmera digital modelo Nikon CoolPix 4500 acoplada a lente olho de peixe e estrutura niveladora SLM2 da Delta T Cambridge. As fotos foram retiradas a 1.5 m do solo e foram feitas no centro de cada parcela, sempre no horário de 6:00 as 8:00 da manhã, ou no final da tarde, entre 16:00 e 18:00. As imagens foram tratadas e analisadas digitalmente no Programa Gap Light Analyses 2.0 (Frazer et al. 1999).

Para avaliação das características físicas e químicas do solo foram coletadas em cada parcela amostras compostas (a partir de três sub-amostras) a uma profundidade de 20 cm, com o uso de um trado de 5 cm de diâmetro. O material coletado foi encaminhado para análises no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Ocidental (LASP). As análises foram realizadas seguindo a metodologia adotada pela Embrapa (1997), sendo avaliados os seguintes parâmetros: granulometria (% silte, % areia e % argila), pH em água, nitrogênio total (N), fósforo (P), bases trocáveis ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  e  $Al^{+++}$ ), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB),

capacidade de troca de cátions (CTC), porcentagem de saturação por bases (V) e porcentagem de saturação por alumínio (m).

### 2.3 Análise dos dados

Para cada local foram calculadas curvas de rarefação baseadas nos indivíduos (Gotelli e Cowell 2001), com auxílio do programa EstimateS 8.0 (Cowell 2006), o qual também gera os intervalos de confiança a 95% para a curva observada de acumulação de espécies. O mesmo programa foi utilizado para calcular a riqueza estimada de espécies através do índice de Jackknife2, que segundo Colwell e Coddington (1994), é um dos estimadores de riqueza menos influenciado pelo tamanho amostral.

Para comparação da composição florística do sub-bosque entre os diferentes locais, as parcelas foram ordenadas por sua dissimilaridade através da técnica de NMDS (*Non-metric Multidimensional Scaling* – Escalonamento Multidimensional Não Métrico; Legendre e Legendre 1998). Dois ordenamentos foram feitos: um baseado em dados qualitativos (presença/ausência de espécies), através do índice de Sørensen e outro baseado em dados quantitativos, através do índice de Bray-Curtis (Legendre e Legendre, 1998). A NMDS permitiu a verificação da composição florística entre todas as espécies (abundantes e raras) encontradas nos levantamentos, uma vez que a análise canônica, como exposto a seguir, foi conduzida com um conjunto de espécies mais abundantes.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA - *Canonical Correspondence Analise*; Ter Braak 1986) foi utilizada para se verificar a relação das variáveis abióticas com a composição de espécies. Para tanto, foram utilizadas as 40 espécies mais abundantes (espécies com 15 ou mais indivíduos), considerando-se todos os sítios levantados. As variáveis ambientais foram verificadas quanto à normalidade através do Teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha \geq 0.01$ ), este teste é indicado quando o tamanho da amostra ou número de parcelas é inferior a cinquenta (Santana e Ranal 2004). As variáveis soma de bases (SB) e porcentagem de saturação por bases (V) foram LOG transformadas para se ajustarem a distribuição normal.

As bases  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$  não foram incluídas nas análises pois apresentaram valores quase idênticos nas 48 parcelas (Apêndice B), não se ajustando à distribuição normal. As variáveis granulométricas não foram usadas na CCA, pois mesmo após várias transformações também não se ajustaram a distribuição normal. Dessa forma, as variáveis usadas na CCA foram: % Abertura de dossel (Luz), pH em água, nitrogênio total (N), K,  $\text{Al}^{+++}$ , H+Al, SB, CTC, V e m. Uma análise prévia foi conduzida para se verificar a colinearidade entre as variáveis independentes e as suas correlações entre os eixos da composição de espécies. Para as variáveis com correlação  $\geq 0.7$  foi excluída aquela com menor correlação com a variável resposta. Muitas variáveis apresentaram alta correlação ( $\geq 0.8$ ), dessa forma as variáveis finais usadas na CCA foram Luz, N, Al, V e pH (ver Figuras 6 e 7 mais adiante).

O teste de Monte Carlo foi usado para validar a hipótese de que existe relação entre a composição florística e as variáveis ambientais analisadas. As análises de ordenamento foram feitas no programa PCOrd 4.0 para Windows (McCune e Mefford 1999), as figuras e gráficos foram feitos no pacote estatístico SYSTAT 12 (Wilkinson 2008).



### 3. Resultados

#### 3.1 Riqueza, abundância e composição florística da regeneração natural entre plantios e matas

Nos plantios florestais foi encontrado um total de 1272 indivíduos, distribuídos em 217 espécies e 54 famílias botânicas, já nas áreas de florestas primárias, foram registrados 728 indivíduos em 187 espécies e 52 famílias botânicas (Apêndice A). As famílias Annonaceae, Arecaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae e Lauraceae foram, respectivamente, as mais comumente registradas nas áreas de plantio, correspondendo a quase 50% do total de indivíduos amostrados. Nas áreas de mata primária as famílias mais predominantes foram Arecaceae, Burseraceae, Chrysobalanaceae, Rubiaceae, Fabaceae e Annonaceae.

As espécies mais abundantes nas áreas plantadas foram *Oenocarpus minor*, *Bocageopsis multiflora*, *Rollinia insignis*, *Miconia argyrophylla* e *Heliconia acuminata*. Enquanto nas áreas de mata primária, as espécies mais abundantes foram *Protium hebetatum*, *Licania oblongifolia*, *Miconia argyrophylla*, *Micropholis guyanensis* e *Erythroxylum citrifolium*. Apenas as espécies *Bocageopsis multiflora*, *Licania oblongifolia*, *Oenocarpus minor*, *Palicourea guianensis* e *Protium hebetatum* ocorreram em todos os locais. Em geral, todos os locais apresentaram um pequeno número de espécies abundantes e uma grande quantidade de espécies localmente raras, ou seja, com registro em apenas uma parcela.

Dentro dos plantios não foi verificada regeneração expressiva das próprias espécies plantadas. Por exemplo, foram registrados 27 indivíduos regenerantes de *S. amara*, porém, nenhum no plantio da própria espécie. Essa mesma tendência foi verificada para os outros plantios.

A riqueza observada de espécies nas áreas plantadas (Tabela 2) foi próxima ao verificado para as áreas de mata primária da EEST, com exceção para os plantios de *J. copaia* ( $S = 60$ ) e *D. excelsa* ( $S = 66$ ), que apresentaram o menor número de espécies. O maior número de espécies foi registrado no plantio de *D. odorata* ( $S = 91$ ), que foi inclusive superior a riqueza específica das áreas de florestas utilizadas para comparação. Entretanto, quando comparamos os locais com o estimador de riqueza Jackknife2, o local com maior riqueza de espécies é a mata primária da S1, seguida da mata primária da S3 e do plantio de *D. odorata*. As curvas de rarefação (Figura 2) para os plantios de *S. amara*, *B. guianensis* e *J. copaia*, ficaram significativamente abaixo das curvas das matas primárias tomadas como referência. A curva para *D. excelsa* ficou praticamente acima do intervalo de confiança para a mata primária da S3. Enquanto a curva para os plantios de *D. odorata* ficou dentro do intervalo de confiança da mata primária da S2, evidenciando a alta riqueza de espécies regenerantes encontrada neste plantio.

Nas áreas plantadas foram registradas variadas forma de vida (Figura 3). Contudo, os indivíduos arbóreos contribuíram com mais de 65.7% dos indivíduos e 68.2% das espécies amostradas. O plantio de *S. amara*, apresentou a maior quantidade de indivíduos de lianas (57.14%), considerando-se todos os locais analisados. A espécie *Derris negrensis* (Bignoniaceae) foi a espécie de liana mais abundante neste plantio.

A densidade absoluta de indivíduos regenerantes, computando-se todas as classes de altura (Figura 4), foi mais abundante no plantio de *S. amara* (352 indivíduos) e menos abundante no plantio de *J. copaia* (170 indivíduos). Analisando-se a densidade de indivíduos em diferentes classes de altura (Figura 4), pode-se observar que, com exceção do plantio de *J. copaia*, a classe de regeneração 1 (0.5 a 1.5 m) apresentou a maior quantidade de indivíduos.

Tabela 2. Densidade de indivíduos regenerantes, riqueza observada e índice de Jackknife2 em cinco plantios florestais de espécies nativas e três áreas de floresta primária, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil.

Local	Densidade (150 m <sup>2</sup> )	Riqueza Observada	Jackknife2
Plantio de <i>Simarouba amara</i>	352	82	151.75
Mata primária S1	259	90	174.57
Plantio de <i>Dinizia excelsa</i>	257	66	120.74
Mata primária S3	304	87	173.61
Plantio de <i>Dipteryx odorata</i>	243	91	169.62
Plantio de <i>Bagassa guianensis</i>	250	72	123.77
Plantio de <i>Jacaranda copaia</i>	170	60	101.73
Mata primária S2	165	80	157.45

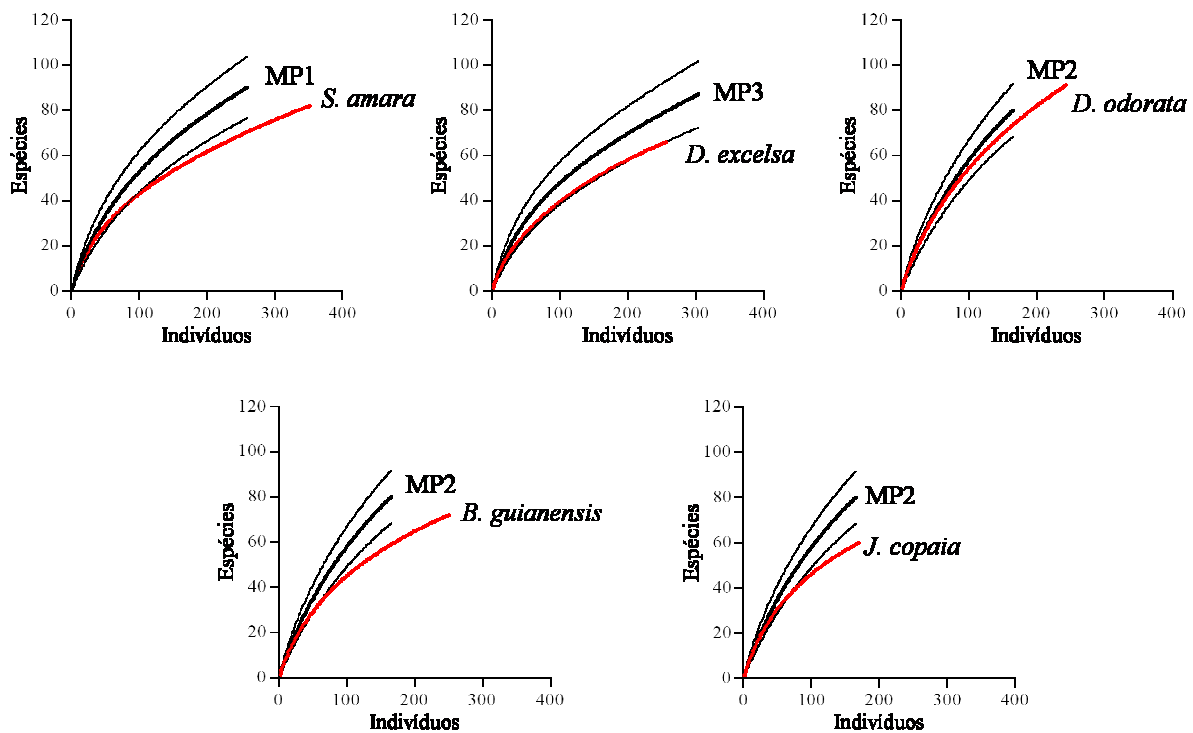


Figura 2. Comparação das curvas de rarefação observadas dos plantios com as matas primárias adjacentes na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. As linhas vermelhas representam a curva observada dos plantios, e as linhas pretas representam as curvas das matas tomadas para comparação (a linha preta mais grossa é a curva observada e as linhas mais finas acima e abaixo representam seu intervalo de confiança a 95% de probabilidade). Onde, MP1: mata primária área 1; MP2: mata primária área 2; MP3: mata primária área 3.

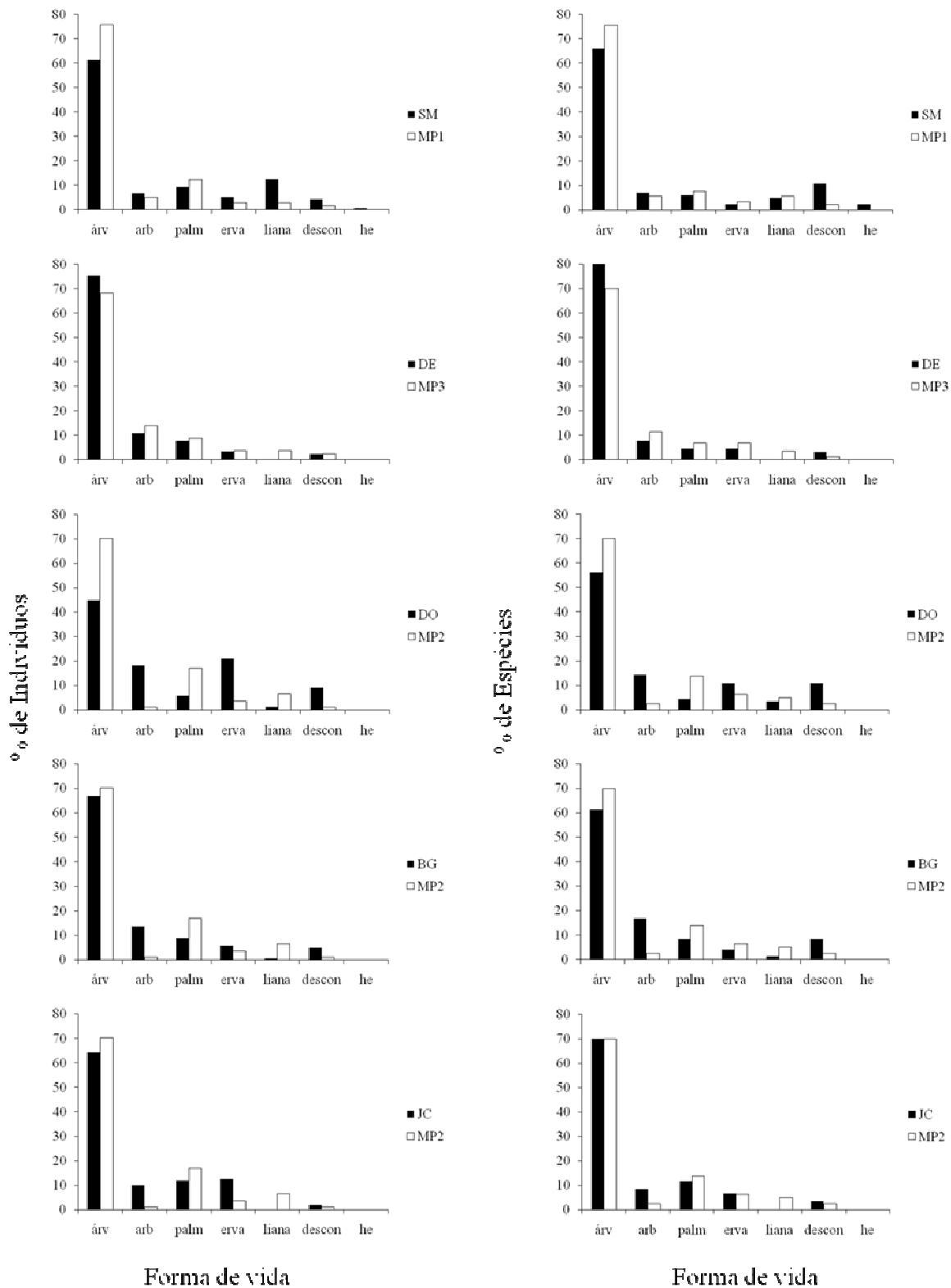


Figura 3. Porcentagem de indivíduos e espécies por formas de vida em cinco plantios florestais e três áreas de mata primária, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*; MP1: mata primária área 1; DE: plantio de *Dinizia excelsa*; MP3: mata primária área 3; DO: plantio de *Dipteryx odorata*; BG: plantio de *Bagassa guianensis*; JC: plantio de *Jacaranda copaia*; MP2: mata primária área 2. Árv: árvore; arb: arbusto; palm: palmeira; erva: ervas terrestres; liana: liana lenhosa; descon: forma desconhecida e he: hemiepífita.

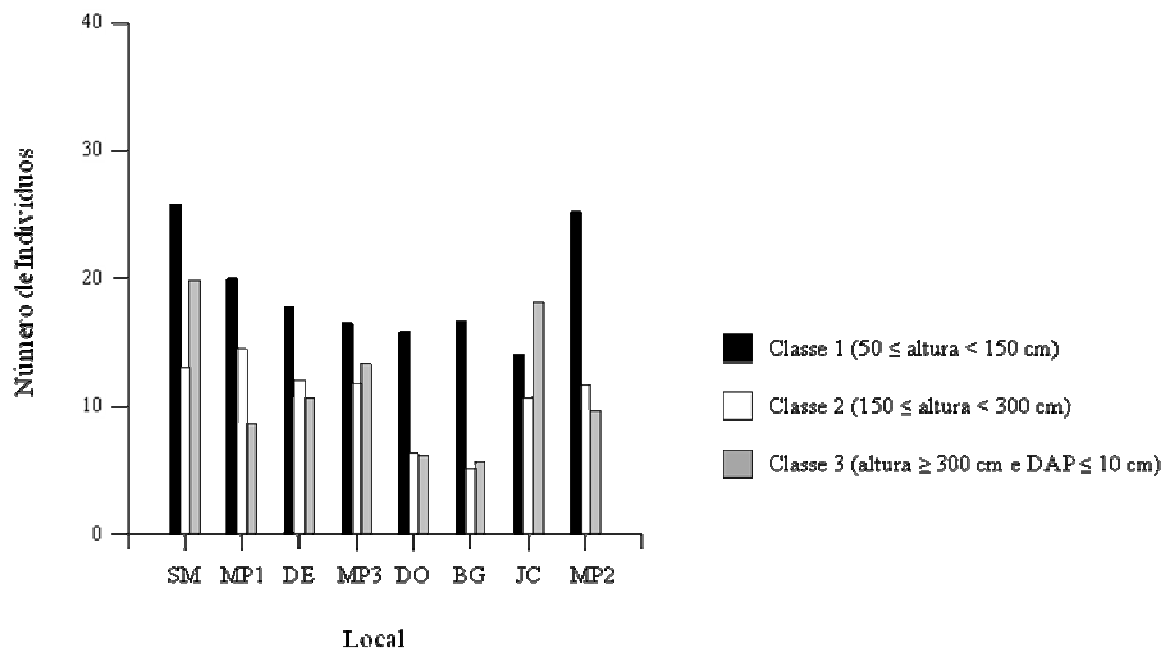


Figura 4. Densidade dos indivíduos por classes de altura em cinco plantios florestais e três áreas de mata primária, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*; MP1: mata primária área 1; DE: plantio de *Dinizia excelsa*; MP3: mata primária área 3; DO: plantio de *Dipteryx odorata*; BG: plantio de *Bagassa guianensis*; JC: plantio de *Jacaranda copaia*; MP2: mata primária área 2.

Pela figura da ordenação das parcelas por sua dissimilaridade, baseada nos índices de Sørensen e Bray-Curtis (Figura 5A e 5B), podemos verificar que as parcelas dos plantios de *S. amara* e *D. excelsa* em ambas as figuras, apresentaram-se agrupadas e deslocadas em relação aos demais locais, sugerindo uma composição de espécies mais diferenciada nestes sítios. Os plantios de *J. copaia*, *B. guianensis* e *D. odorata* apresentaram as parcelas um pouco mais espalhadas. As parcelas das áreas de matas primárias apresentaram uma tendência à maior similaridade, pois se localizam mais próximas no gráfico.

### 3.2 Relações da regeneração natural com as variáveis abióticas

O teste de permutação de Monte Carlo (Tabela 3), para os dois primeiros eixos de ordenação, mostrou que as correlações entre a abundância de espécies e as variáveis ambientais foram significativas ( $p = 0.001$ ). A média da porcentagem de abertura de dossel entre os locais (Apêndice B) variou bastante, sendo maior no plantio de *S. amara* ( $8.42 \pm 1.91$ ), seguido pela mata primária da área 3 ( $8.33 \pm 2.50$ ) e pelo plantio de *J. copaia* ( $7.14 \pm 1.62$ ). O plantio de *D. odorata* apresentou dossel mais fechado ( $2.62 \pm 1.07$ ). A análise granulométrica do solo foi evidentemente diferente entre os locais (Apêndice B). Os plantios e matas das áreas S1 e S3 apresentaram-se bem mais arenosos e os plantios e matas da área S2, bem mais argilosos. As concentrações de algumas das bases analisadas ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$ ), como exposto anteriormente, apresentaram valores muito similares entre as 48 parcelas amostradas.

Tabela 3. Resultados da permutação de Monte Carlo (com 999 aleatorizações) entre a composição florística e as variáveis ambientais analisadas em plantios florestais e áreas de mata primária na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil.

Eixo	Correlação Espécies/Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	p
1	0.908	0.728	0.582	0.857	0.001
2	0.888	0.712	0.555	0.872	0.001
3	0.759	0.682	0.513	0.854	0.072

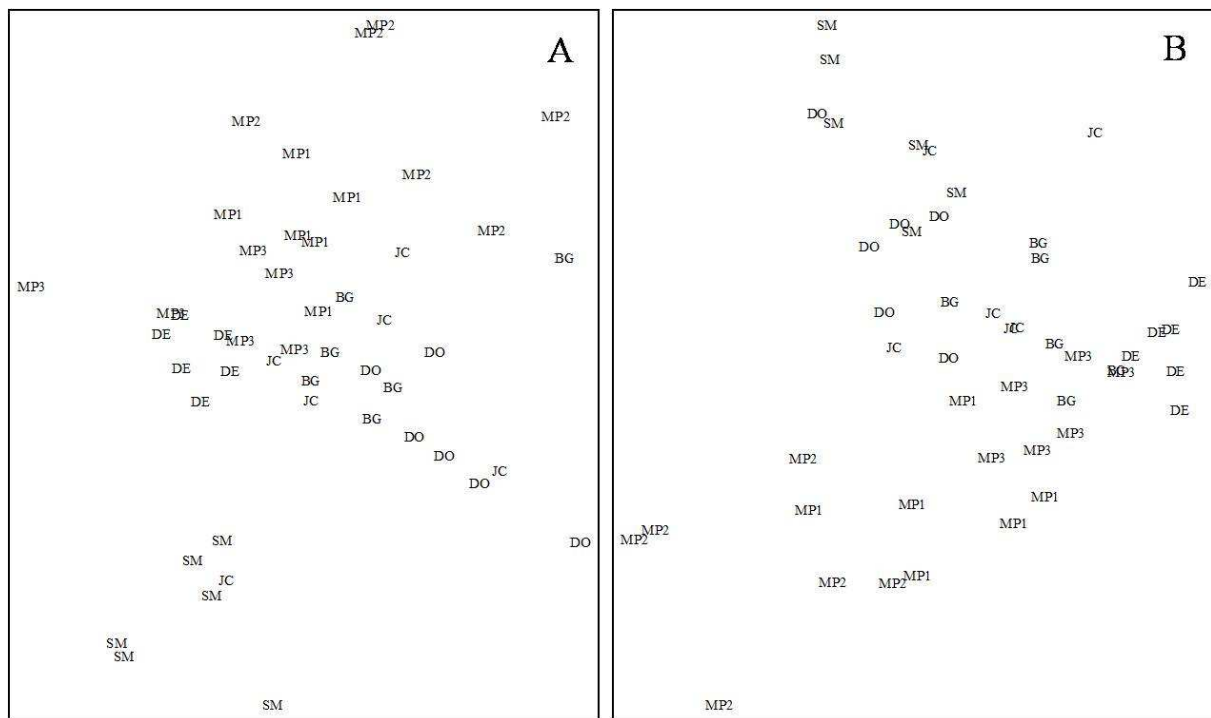


Figura 5. Ordenação NMDS para a composição de espécies baseada em dados qualitativos (A) e quantitativos (B), para os cinco plantios florestais e três áreas de mata primária na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*; MP1: mata primária área 1; DE: plantio de *Dinizia excelsa*; MP3: mata primária área 3; DO: plantio de *Dipteryx odorata*; BG: plantio de *Bagassa guianensis*; JC: plantio de *Jacaranda copaia*; MP2: mata primária área 2. O stress final e instabilidade final foram para (A) 10.35, 0.00001 e (B) 9.31, 0.00001, respectivamente.

A ordenação das parcelas (Figura 6) mostra que o plantio de *S. amara* apresentou as parcelas agrupadas e distantes dos demais locais, o que também se mostrou nítido pela análise de NMDS, onde foram consideradas todas as plantas amostradas (abundantes e raras). As parcelas do plantio de *D.odorata* estão localizadas em oposição a altas porcentagens de abertura de dossel, assim como *B. guianensis* e as matas primária das áreas 1 e 2. O plantio de *J. copaia*, apresenta-se disperso dentro do gráfico de ordenação, evidenciando a heterogeneidade ambiental observada na área, durante o período de coleta de dados.

Na análise de correspondência canônica, o comprimento da linha representa o grau de correlação com a vegetação e o ângulo e a direção da linha representam seu relacionamento. A porcentagem de abertura do dossel

(Luz), o pH, o N e o teor de alumínio parecem exercer a mesma influencia sobre a composição de espécies (Figura 7), pois as linhas apresentam praticamente o mesmo comprimento. A saturação por bases apresentou um relacionamento menor que as citadas variáveis, mas ainda relevante.

A ordenação das espécies nos eixos da CCA sugere que um grupo de espécies, composto por *Sorocea guileminiana*, *Heliconia acuminata*, *Simarouba amara*, *Bocageopsis multiflora*, *Siparuna guianensis* e *Goupia glabra*, parece estar associado com maiores concentrações de N. As espécies *Erythroxylon citrifolium*, *Ocotea* sp.3, *Myrcia sylvatica*, *Myrcia fenestrata*, *Miconia argyrophylla* e *Rollinia insignis* parecem ocorrer sobre solos mais ácidos (alto pH). A ordenação também sugere que *Miconia argyrophylla* e *Goupia glabra* estão associados com concentrações mais altas de alumínio, enquanto, no lado oposto um grupo bem maior de espécies parece evitar este tipo de ambiente. As espécies *Protium hebetatum*, *Protium apiculatum*, *Ryania speciosa*, *Ischnociphon martianus* e *Siparuna guianensis* estão associadas a baixas porcentagens de abertura de dossel (Luz). Um grupo de espécies, localizadas no centro dos eixos, parecem ser generalistas pois não estão fortemente associadas às variáveis ambientais, são elas: *Licania oblongifolia*, *Oenocarpus minor* e *Palicourea corimbifera*.

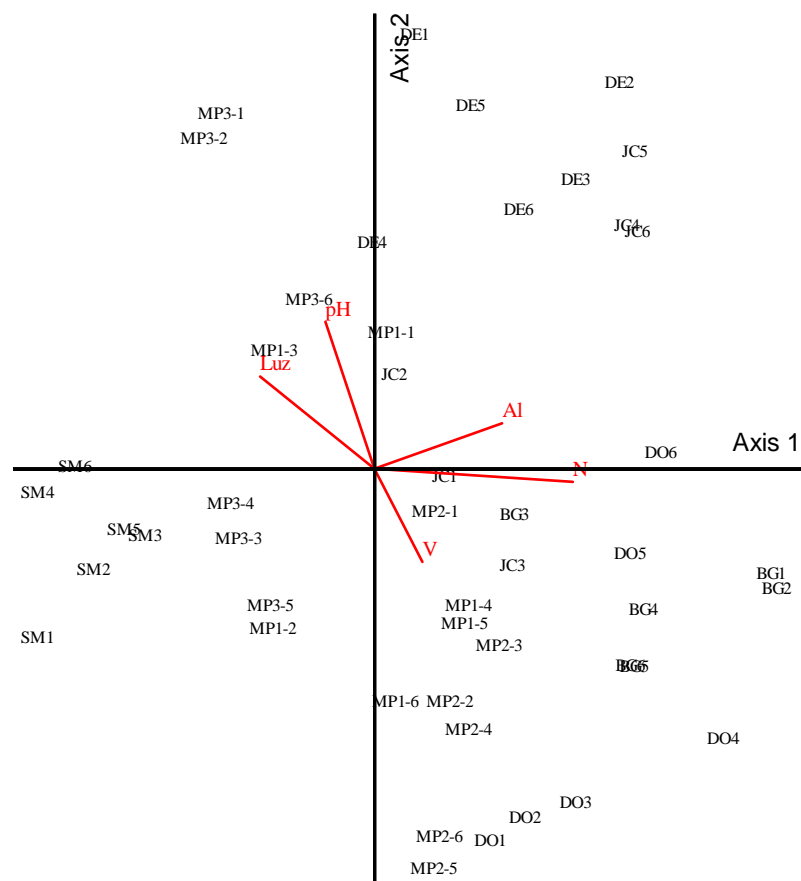


Figura 6. Diagrama de ordenação das parcelas produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), para os cinco plantios florestais e três matas primárias na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*; MP1: mata primária área 1; DE: plantio de *Dinizia excelsa*; MP3: mata primária área 3; DO: plantio de *Dipteryx odorata*; BG: plantio de *Bagassa guianensis*; JC: plantio de *Jacaranda copaia*; MP2: mata primária área 2. Os números seguidos das siglas correspondem ao número da parcela.

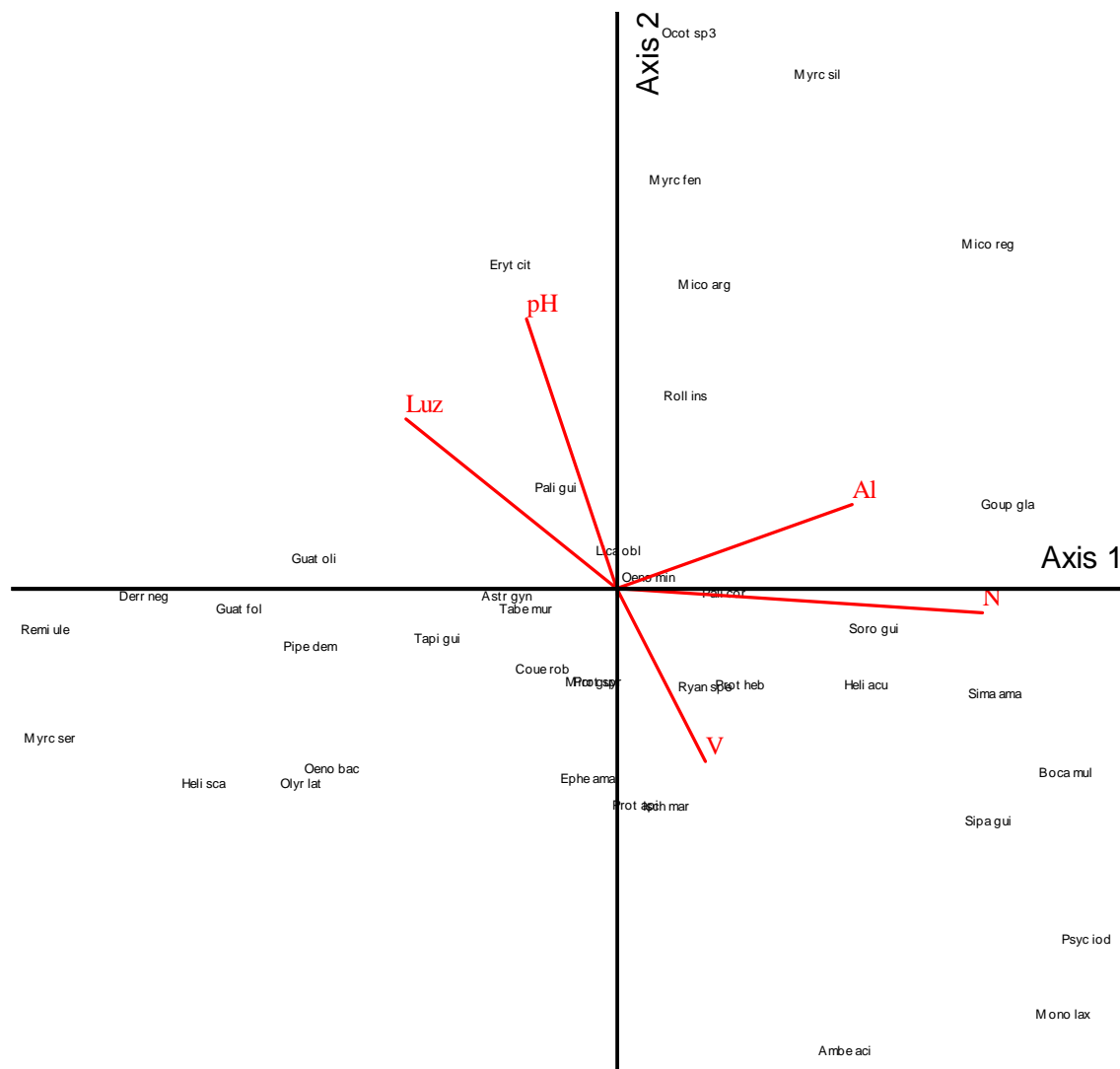


Figura 7. Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 40 espécies mais abundantes em cinco plantios florestais e três áreas de matas primárias na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, Brasil. As siglas das espécies encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Espécies, siglas e densidades absolutas das 40 espécies mais abundantes encontradas em cinco plantios florestais e três áreas de mata primária na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, AM.

Espécie	Sigla	Abundância*
<i>Oenocarpus minor</i>	Oeno min	78
<i>Protium hebetatum</i>	Prot heb	70
<i>Miconia argyrophylla</i>	Mico arg	68
<i>Bocageopsis multiflora</i>	Boca mul	61
<i>Licania oblongifolia</i>	Lica obl	57
<i>Heliconia acuminata</i>	Heli acu	52
<i>Derris negrensis</i>	Derr neg	45
<i>Rollinia insignis</i>	Roll ins	44
<i>Myrcia silvatica</i>	Myrc sil	43
<i>Palicourea corymbifera</i>	Pali cor	35
<i>Ocotea</i> sp.3	Ocot sp3	34
<i>Protium apiculatum</i>	Prot api	32
<i>Protium spruceanum</i>	Prot spr	32
<i>Tabernaemontana muricata</i>	Tabe mur	30
<i>Tapirira guianensis</i>	Tapi gui	29
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	Eryt cit	28
<i>Goupia glabra</i>	Goup gla	28
<i>Guatteria foliosa</i>	Guat fol	28
<i>Astrocaryum gynacanthum</i>	Astr gyn	26
<i>Ischnosiphon martianus</i>	Isch mar	26
<i>Micropholis guyanensis</i>	Micr guy	25
<i>Myrcia fenestrata</i>	Myrc fen	25
<i>Myrcia servata</i>	Myrc ser	23
<i>Palicourea guianensis</i>	Pali gui	22
<i>Piper demeraranum</i>	Pipe dem	22
<i>Oenocarpus bacaba</i>	Oeno bac	21
<i>Ambelania acida</i>	Ambe aci	18
<i>Remijia ulei</i>	Remi ule	18
<i>Ephedranthus amazonicus</i>	Ephe ama	17
<i>Guatteria olivacea</i>	Guat oli	17
<i>Helicostylis scabra</i>	Heli sca	17
<i>Miconia regelii</i>	Mico reg	17
<i>Monotagma laxum</i>	Mono lax	17
<i>Simarouba amara</i>	Sima ama	17
<i>Psychotria iodotricha</i>	Psyc iod	16
<i>Ryania speciosa</i>	Ryan spe	16
<i>Siparuna guianensis</i>	Sipa gui	16
<i>Sorocea guilleminiana</i>	Soro gui	16
<i>Couepia robusta</i>	Coue rob	15
<i>Olyra latifolia</i>	Olyr lat	15

\*Soma da densidade absoluta de todos os locais.



## 4. Discussão

### 4.1 Riqueza, abundância e composição florística da regeneração natural entre plantios e matas

Os plantios estudados apresentaram uma evidente evolução estrutural, partindo de simples monoculturas para plantios com sub-bosque diverso, com variadas espécies e formas de vida. A colonização das áreas plantadas deve-se, primariamente à existência de florestas primárias próximas aos talhões, as quais funcionam como fontes de propágulos. Em plantios isolados esta colonização pode ser impedida ou ocorrer muito lentamente (Lamb 1998). As famílias e espécies registradas nas áreas plantadas são comumente encontradas no sub-bosque de florestas primárias próximas a EEST (Oliveira e Amaral 2005), uma evidência da matriz florestal na qual os plantios estão inseridos.

Em uma abordagem mais simples a diversidade de espécies poderia ser computada unicamente contando-se o número de espécies em dada área. Entretanto, quase sempre a riqueza de espécies em determinado local é influenciada diretamente pelo número de espécies coletadas, ou seja, à medida que se aumentam o número de indivíduos coletados a riqueza de espécies tende a aumentar (Gotteli e Graves 1996; Santos 2003). Uma saída é padronizar o número de amostras (os indivíduos regenerantes no caso deste trabalho) para evitar que a alta riqueza seja resultado de um grande número de indivíduos amostrados, isto pode ser feito através de curvas de rarefação baseadas nos indivíduos (Gotteli e Graves 1996; Gotteli e Cowell 2001). No nosso caso, como a curva observada para os plantios de *S. amara*, *B. guianensis* e *J. copaia*, ficaram significativamente abaixo do intervalo de confiança das áreas de mata usadas para comparação, ou seja, para o mesmo número de indivíduos coletados, as matas apresentaram maior riqueza específica.

Quando comparamos os locais através da riqueza observada e do índice de Jackknife2, os plantios de *D. excelsa* e *J. copaia* apresentam os menores valores. Como a curva de rarefação para *D. excelsa* ficou bem próxima ao intervalo de confiança para a mata adjacente, podemos concluir que a riqueza de espécies para este plantio (embora menor pelo índice de Jackknife2) fica próxima da mata quando padronizado o número de indivíduos amostrados. Para todas as análises o plantio de *J. copaia* apresentou-se menos rico em espécies, quando comparado com a mata adjacente. Por outro lado, em todas as análises, o plantio de *D. odorata* apresentou maiores valores de riqueza, evidenciando que este plantio pode ser promissor em abrigar espécies vegetais em seu sub-bosque. Embora para os plantios de *J. copaia* e *D. excelsa* a riqueza observada e o Índice de Jackknife2 apontem uma menor quantidade de espécies em comparação com a mata primária, estes valores podem ser considerados razoáveis. Cavelier e Tobler (1998) estudando a regeneração de monoculturas arbóreas (> 25 anos) na Amazônia colombiana encontraram uma quantidade bem inferior de espécies em comparação com a floresta primária (54 a 68 % menos espécies do que foi registrado na mata usada para comparação). Grande diversidade vegetal em monoculturas arbóreas antigas (> 25 anos), em regiões tropicais, também foram reportadas por Kanowski et al. (2003) e Senbeta et al. (2002).

Como apontado por Lugo (1997), e verificado neste estudo, as espécies plantadas falham em regenerar sob sua própria sombra. As espécies *S. amara*, *J. copaia* e *B. guianensis* são espécies pioneiras, intolerantes ao sombreamento, dessa forma poderíamos supor que esta seria a razão de não existirem em seu próprio sub-bosque. Todavia, *D. odorata* e *D. excelsa* são tolerantes a sombra, mas mesmo assim não foi verificada regeneração em seu sub-bosque. Estes plantios produzem sementes as quais são coletadas esporadicamente. A conhecida hipótese de Janzen-Connell (Wright 2002) diz que quanto mais distante da planta-mãe a semente

chegasse, maior seria a chance de sobrevivência e estabelecimento do novo indivíduo. Contudo afirmações conclusivas acerca deste tema não podem ser feitas, uma vez que não analisamos a dinâmica do processo de sucessão, ou seja, do estágio inicial de dispersão e chegada das sementes das espécies plantadas e seu posterior estabelecimento e crescimento.

Nos plantios foram registradas variadas formas de vida, entretanto o componente arbóreo se mostrou predominante. A proliferação de lianas, cujo crescimento é rápido e bastante agressivo, é comum em ambientes perturbados, como bordas de florestas (Laurance et al. 2001). O plantio de *S. amara* foi o único que apresentou uma das bordas em contato com uma área aberta (um plantio mal sucedido de cardeiro - *Scleronema micranthum*). Possivelmente isto contribuiu para a maior presença de indivíduos e espécies com esta forma de vida neste plantio. Oliveira et al. (2008), em um estudo em matas de terra firme na região de Manaus, observou a presença de cipós finos ( $DAP \leq 10$  cm) representados principalmente pelas espécies *Salacia insignis* e *Derris* sp., notadamente em áreas de clareiras. À semelhança do verificado por Oliveira et al. (2008) as espécies de cipós mais comumente registradas nas áreas plantadas também foram dos gêneros *Salacia* e *Derris*. As espécies destes gêneros colonizam rapidamente uma área perturbada, apresentando posteriormente um rápido declínio em seu crescimento (Vieira 1995).

No plantio de *J. copaia*, onde foi verificada a menor quantidade de indivíduos e espécies regenerantes, foi observado um dos maiores valores de abertura de dossel ( $7.14 \pm 1.62\%$ ). Neste local também foi verificada uma grande quantidade de samambaias não amostradas devido ao critério de inclusão (altura  $\geq 0.5$  m). A grande proliferação de gramíneas e samambaias em ambientes com alta intensidade luminosa é citada como um dos fatores que pode atrasar a regeneração de espécies arbóreas (Parrota et al. 1997a; Montagnini 2005). Estudos anteriores enfatizaram o potencial da espécie *J. copaia* em atrair a diversidade de espécies vegetais em plantios de recuperação (Butler et al. 2008; Carnevale e Montagnini 2002), contudo estes estudos foram conduzidos em plantios jovens, com cerca de 7-16 anos de idade. A espécie *J. copaia* é uma típica pioneira, de rápido crescimento (Sampaio et al. 1989), apresenta a arquitetura da copa aberta, o que em plantios de maior espaçamento pode resultar em uma maior entrada de luz. A duração do ciclo de vida desta espécie deveria ser seguida de um “autodesbaste” (Carpanezzi 2005), ou seja, a espécie deveria presenciar um período de mortalidade o qual geraria uma contínua substituição dos indivíduos plantados por espécies sucessionais mais tardias, presentes em seu sub-bosque. Entretanto, isto não foi verificado na área de estudo, uma possível explicação para isto pode residir no fato do plantio ter presenciado raleio do seu sub-bosque até meados da década de 90. As atividades de manejo e raleio do sub-bosque de plantios são umas das principais atividades que contribuem para a diminuição da diversidade em plantios florestais (Carnus et al. 2006; Kanowski et al. 2003).

O plantio de *B. guianensis*, cujas árvores estão em processo de senescência, apresentou quantidades razoáveis de riqueza e abundância de espécies, possivelmente quando este plantio começou a presenciar o processo descrito por Carpanezzi (2005) como “autodesbaste” já havia espécies regenerantes suficientes em seu sub-bosque capazes de competir com gramíneas e samambaias pela alocação de recursos. No plantio de *D. odorata*, foi registrado a maior quantidade de espécies regenerantes e menor abertura de dossel ( $2.62 \pm 1.08\%$ ). Populações densas de espécies longevas e muito vigorosas podem exercer inibição sobre o crescimento do sub-bosque (Carpanezzi 2005), sendo que esta inibição pode ocorrer também devido ao grande sombreamento. No entanto, isto não foi verificado no talhão de *D.odorata*, talvez porque o plantio tenha tido um grande espaçamento inicial.

Embora não se localizem adjacentes umas as outras, as matas primárias apresentaram-se mais similares, evidentemente por serem ambientes não alterados e pouco perturbados, quando comparados aos plantios. O plantio de *S. amara* ficou afastado das outras áreas, talvez porque um grupo de espécies registrado neste local (lianas) tenha contribuído para menor similaridade entre este local e os outros plantios.

## 4.2 Relações da regeneração natural com as variáveis abióticas

Assim como revisado por Denslow (1987) para ambientes de clareiras, a abertura de dossel (ou simplesmente a luz) é citada como uma das variáveis que mais explica a variação da abundância e riqueza de indivíduos regenerantes em plantios florestais (Parrota 1995; Duan et al. 2008; Barbosa et al. 2009). Nos plantios a luz teve um relevante papel em explicar parte da variação na composição florística, evidenciando um grupo de espécies que ocorrem preferencialmente sob dossel mais fechado. Em diferentes plantios florestais com mesmo espaçamento, a arquitetura da copa da árvore seria um importante fator em explicar a intensidade luminosa no sub-bosque dos plantios (Duan et al. 2008). Espécies com copas ralas, como *J. copaia*, permitem uma maior entrada de luz no sub-bosque, influenciando diretamente o estabelecimento e crescimento das espécies regenerantes.

As variáveis edáficas, pH, saturação por bases (V), teor de alumínio (Al), e nitrogênio (N) também foram importantes em explicar a variação da composição florística. O pH variou de  $4.07 \pm 0.07$  na Mata Primária da área 1 a  $4.49 \pm 0.08$  na mata primária da área 2, o valor da acidez para os plantios ficou dentro deste intervalo. A acidificação dos solos é uma das críticas feitas a plantios florestais homogêneos (Cannel 1999), no entanto os plantios analisados não apresentaram tais características, o mesmo foi verificado por Cavelier e Tobler (1998) para plantios antigos na Amazônia colombiana.

Leguminosas são amplamente utilizadas em reflorestamentos devido a sua capacidade de fixação de nitrogênio, sendo muito usadas em recuperação ou reabilitação de áreas degradadas (Parrota 1992). Isto pode indicar um melhor desempenho dessas espécies na recuperação de solos quando comparadas a espécies de outras famílias. No presente trabalho, o plantio de *D. odorata*, uma Fabaceae, foi o mais promissor em conservar a diversidade vegetal, estes resultados podem confirmar essa suposição. Alguns estudos experimentais têm encontrado que um aumento da diversidade pode se acompanhado de uma redução na disponibilidade de nutrientes do solo (Firn et al. 2007), ou seja, existe uma rede de transferência de nutrientes do solo para a biomassa das plantas quanto mais espécies com diferentes características são adicionadas à comunidade (Firn et al. 2007). No entanto, isto não foi verificado para o plantio de *D. odorata*, o qual apresentou maior riqueza de espécies vegetais. Neste caso, a existência de uma grande quantidade de espécies não acarretou em uma diminuição da quantidade de N no solo.

As relações entre variáveis ambientais e composição de espécies são complicadas. Teoricamente, a ocorrência das espécies vegetais estaria relacionada com a disponibilidade de recursos limitantes, para os quais as espécies apresentariam uma demanda ótima, a qual definiria seu estabelecimento e o desenvolvimento em determinado ambiente (Grubb 1977). Entretanto, os fatores que definem a composição de espécies através de diferentes escalas não incluem somente os fatores ambientais (abióticos), mas também fatores bióticos e fatores estocásticos (Wright 2002). Portanto, é necessário cautela em concluir quais seriam os fatores determinantes da composição florística entre os plantios e matas estudados.

Na Amazônia as propriedades físicas e químicas do solo variam grandemente, mesmo em pequena escala, e esta variação dos atributos dos solos é influenciada principalmente pela topografia (Chauvel 1987). Todos os plantios analisados foram estabelecidos em áreas de platô, que na Amazônia Central são mais fortemente associados com solos argilosos. No entanto, dois plantios (*S. amara* e *D. excelsa*) apresentaram solos mais arenosos. As diferenças entre a composição florística da regeneração natural em diferentes plantios podem ser em parte devido ao efeito da espécie (Cavelier e Tobler 1998; Cusack e Montagnini 2004; Parrota e Knowles 2001) ou a condições de sítio preexistentes (Lee et al. 2005). É possível que a regeneração natural nos plantios analisados também seja em parte explicada por condições preexistentes de sítio, tal como a textura do solo.

## 5. Conclusões

Nosso questionamento acerca da riqueza e abundância de espécies regenerantes no sub-bosque de plantios e matas teve respostas intrigantes. Os plantios antigos, embora com riqueza um pouco menor, podem sim suportar níveis de diversidade vegetal próximos aos de matas primárias.

O plantio mais promissor em abrigar a riqueza de espécies vegetais foi *D. odorata*, uma espécie de estágio sucessional mais avançado, evidenciando o papel da conservação da biodiversidade em plantios mais antigos. Por outro lado, *J. copaia*, muito usada nas fases iniciais de plantios de recuperação, apresentou o sub-bosque mais pobre em riqueza e abundância de espécies. Possivelmente, o plantio deveria ser substituído de maneira gradual por espécies de estágios sucessionais mais avançados, através de plantios de enriquecimento. Uma recomendação para estudos sobre este tema fica a cargo da pesquisa acerca da longevidade e de como ocorrem as modificações na arquitetura da copa das espécies plantadas no decorrer dos anos.

O principal objetivo deste trabalho foi preencher uma lacuna no conhecimento da sucessão em plantios mais antigos, usando com oportunismo, uma área experimental do Inpa que não foi criada com essa finalidade. Os plantios da EEST estão entre os mais antigos da Amazônia e espera-se que este trabalho venha a acrescentar não só ao conhecimento da comunidade científica, mas também contribuir com ações práticas de manejo em plantios de reabilitação/restauração estabelecidos na região.

Por fim, é bem conhecido que plantios florestais são mais eficientes em prover madeiras e fibras que áreas naturais. A tendência é que estas áreas aumentem em extensão, principalmente nos trópicos. Dessa forma a inserção deste tipo de paisagem antrópica deveria também ser acompanhada de estudos acerca de seu papel na conservação da biodiversidade. Talvez estudos em plantios comerciais mais extensos, os quais possibilitariam um maior número de réplicas, e não apenas pesquisas em áreas experimentais, poderiam suprir as lacunas que ainda persistem acerca deste tema.

## 6. Referências bibliográficas

- Almeida E, Sabogal C, Brienza Júnior S (2006) Recuperação de áreas alteradas na Amazônia brasileira: experiências locais, lições aprendidas e implicações para políticas públicas. Cifor, Belém
- Ávila F, Silva S (2006) Árvores da Amazônia. Empresa das Artes, São Paulo
- APG II (2003) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot J Linn Soc*, 141:399-436
- Barlow J, Gardner TA, Araujo IS et al (2007) Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary and plantation forests. *Proc Natl Acad Sci* 104:18555–18560
- Barbosa CEA, Benato A, Cavaleiro AL et al (2009) Diversity of regenerating plants in reforestations with *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze of 12, 22, 35, and 43 years of age in Parana State, Brazil. *Restor Ecol* 17:60-67
- Butler R, Montagnini F, Arroyo P (2008) Woody understory plant diversity in pure and mixed native tree plantations at La Selva Biological Station. *For Eco Manage* 255:2251-2263
- Brockerhoff EG, Jactel H, Parrotta JA et al (2008) Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodivers Conserv* 17:925–951
- Campos MAA (1996) Os plantios florestais da Estação Experimental de Silvicultura Tropical. INPA, Manaus
- Cannell MGR (1999) Environmental impacts of forest monocultures: water use, acidification, wildlife conservation, and carbon storage. *New For* 17:239 –262
- Carle J, Vuorinen P, Del Lungo A (2002) Status and trends in global forest plantation development. *For Prod J* 52:12–23
- Carnevale N, Montagnini F (2002) Facilitating regeneration of secondary forests with the use of mixed and pure plantations of indigenous tree species. *For Eco Manage* 163:217–227
- Carnus JM, Parrotta J, Brockerhoff E et al (2006) Planted forests and biodiversity. *J For* 104:65-77
- Carpanezi AA (2005) Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: Galvão APM, Porfírio-da-Silva V (eds) *Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso*. Embrapa Florestas, Colombo, pp 27-45
- Cavelier J, Tobler A (1998) The effect of abandoned plantations of *Pinus patula* e *Cupress lusitanica* on soils and regeneration of tropical montane rain forest. *Biodivers Conserv* 7:335-347
- Chauvel A, Lucas Y, BOULET R (1987) On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia* 43: 234–241
- Colwell RK (2006) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0. Disponível em <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> Acessado em 07 out 2008
- Colwell RK, Coddigton JA (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil Trans R Soc Lond B* 345:101-118
- Connell JH, Slatyer RO (1977) Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *J Ecol* 11:1119-1144

- Cunha US, Machado SA, Figueiredo-Fiho A et al (2002) Predição da estrutura diamétrica de espécies comerciais de terra firme da Amazônia por meio de matriz de transição. *Ciência Flor* 12: 109-122
- Cusack D, Montagnini F (2004) The role of native species plantations in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. *For Eco Manage* 188:1–15
- Cyranoski D (2007) Biodiversity: logging the new conservation. *Nature* 446:608-610
- Denslow JS (1987) Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Ann Rev Ecol Syst* 18:431-451
- Denyer K, Burns B, Ogden J (2006) Buffering of native forest edge microclimate by adjoining tree plantations. *Austral Ecol* 31:478–489
- Duan W, Ren H, Fu S et al (2008) Community comparison and determinant analysis of understory vegetation in six plantations in South China. *Restor Ecol*. DOI: 10.1111/j.1526-100X.2008.00444.x
- Embrapa (1997) Manual de métodos de análises de solo. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisas Solo, Rio de Janeiro
- Ewel J, Mazzarino MJ, Berish CW (1991) Tropical soil fertility changes under monocultures and successional communities of different structure. *Ecol Appl* 3:289–302
- FAO (2006) Planted Forests and Trees Working Paper FP37E. Responsible Management of Planted Forests, Voluntary Guidelines. FAO, Roma
- FAO (2007) The State of the World's Forests. <ftp.fao.org/docrep/fao/009>. FAO, Roma
- FAO (2008) Planted forests: definitions and concepts. ([www.fao.org/forestry/site/10051/en](http://www.fao.org/forestry/site/10051/en)) Acessado em 21 Fev 2008
- Finegan B (1985) Forest succession. *Nature* 312:109-114
- Finol UVH (1971) Nuevos parâmetros a considerarse en el analisis estructural de selvas vírgenes tropicales. *Rev For Venez* 14:29-42
- Firn J, Erskine PD, Lamb D (2007) Woody species diversity influences productivity and soil nutrient availability in tropical plantations. *Oecologia* 154:521–533
- Frazer GW, Canham CD, Lertzman K.P (1999) Gap light analyser (GLA) version 2.0. Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-color fisheye photographs. Users manual and program documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada, and Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York
- Gotelli NJ, Colwell RC (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol Lett* 4:379-391
- Gotelli NJ, Graves GR (1996) Null models in ecology. Smithsonian Institution, Washington/London
- Grubb PJ (1977) The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *The Biol Rev* 52:107-145
- Hurlbert S (1984) Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecol Mon* 54:187-211
- Irmão MN (2003) Aspectos ecológicos em plantios com espécies de interesse silvicultural para o reaproveitamento de capoeiras. Dissertação, INPA/UFAM
- Jardim FCS, Hosokawa RT (1986/1987) Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do Inpa. *Acta Amaz* 16/17: 411-508

- Kanowski J, Catterall CP, Wardell-Johnson GW, Proctor H, Reis T (2003) Development of forest structure on cleared rainforest land in eastern Australia under different styles of reforestation. For Eco Manage, 183: 265-280
- Kirby KR Laurance, WF Albernaz, AK et al (2006). The future of deforestation in the Brazilian Amazon. Futures 38:432-453
- Lamb D (1998) Large scale ecological restoration of degraded tropical lands: the potential role of timber plantations. Restor Ecol 6:271-279
- Laurance WF, Perez-Salicrup D, Delamonica P et al (2001) Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. Ecology 82: 105-116
- Lee E, Hau BCH, Corlett RT (2005) Natural regeneration in exotic tree plantations in Hong Kong, China. For Eco Manage 212:358-366
- Legendre P, Legendre L (1998) Numerical Ecology. Elsevier, Amsterdam
- Lugo A (1997) The aparent paradox of reestablishing species richness on degraded lands with tree monocultures. For Eco Manage 99:9-19
- McCune B, Mefford MJ (1999) PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 4.0. MjM Software Desing, Oregon Glaneden Beach
- Molinaro L (2005) Função ecológica de espécies arbóreas (*Inga* sp. e *Vismia* sp.) na sucessão vegetal em áreas degradadas pela exploração petrolífera, na região de Urucu (AM). Dissertação, INPA/UFAM
- Montagnini F (2005) Attempting to restore biodiversity in even-aged plantations. In: Mansourian S, Vallauri D, Dudley N (eds). Forest restoration in landscapes: beyond tree plantations. Springer, Nova York. pp.384-391
- Oliveira NA, Amaral IL (2005) Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta Amaz 35:1-16
- Oliveira NA, Amaral IL, Ramos MBP et al (2008) Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta Amaz 38:627-642
- Otsamo R (2000) Secondary forest regeneration under fast-growing forest plantation on degraded Imperata cylindrica grasslands. New For. 19:69-93
- Parrotta JA (1992) The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. Agri Ecos Environ 41:115-133
- Parrotta JA (1995) Influence of overstory composition on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. Journal of Vegetation Science 6:627-636
- Parrotta JA, Turnbull JW, Jones N (1997a) Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. For Eco Manage 99:1-7.
- Parrotta JA, Knowles OH, Wunderle Jr. JM (1997b) Development of floristic diversity in 10-yers-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. For Eco Manage 99: 21-42
- Parrotta JA, Knowles OH (2001) Restoring tropical forests on lands mined for bauxite: examples from the Brazilian Amazon. Ecol Engin17: 219-239
- PNF (2000) Programa Nacional de Florestas, Decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000. MMA, Brasília
- Ranzani G (1980) Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura tropical. Acta Amaz 10:7-41



- Ribeiro MNG, Adis J (1984) Local rainfall variability – a potencial bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amaz* 14:159-174
- Ribeiro JELS, Hopkins MJG, Vicentini, A et al (1999) Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA/DFID, Manaus
- Sampaio PTB, Barbosa AP, Fernandes NP (1989) Ensaio de espaçamento com caroba – Jacaranda copaia (Aubl.) Don. Bignoniaceae. *Acta Amaz* 19:383-389
- Santana DG, Ranal MA (2004) Análise da germinação: um enfoque estatístico. Editora UnB, Brasília
- Santos AJ (2003) Estimativas de riqueza em espécies. In: Cullen Jr L, Rudran R, Valladares-Pádua C (eds). *Métodos de estudos em biologia conservação e manejo da vida Silvestre*. UFPR/O Boticário, Curitiba
- Sayer J, Elliot C (2005) The role of commercial plantations in forest landscape restoration. In: Mansourian S, Vallauri D, Dudley N (eds) *Forest restoration in landscapes: beyond tree plantations*. Springer, Nova York. pp 379-383
- Senbeta F, Teketay D, Naslund BA (2002). Native woody species regeneration in exotic tree plantations at Munessa-Shashemene Forest, southern Ethiopia. *New For* 24:131-145
- Silva Júnior MC, Scarano FR, Cardel FS (1995) Regeneration of an Atlantic Forest formation in the understorey of a *Eucalyptus grandis* stand in south-eastern Brazil. *J Trop Eco* 11:147-152
- Stephens SS, Wagner MR (2007) Forest plantations and biodiversity: a fresh perspective. *J For* 105:307-313
- Ter Braak CJF (1986) Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179
- Vieira, G (1995) Dynamics of the remaining plant population in gaps after logging in the Amazon. Conference on forestry and forest products research 54-67
- Wilkinson L (2008) SYSTAT: the system for statistics. Evanston, Illinois
- Wright SJ (2002) Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia* 130:1-14
- Wright SJ (2005) Tropical forests in a changing environment. *Trends Ecol Evol* 20:553-560
- Yirdaw E (2001) Diversity of naturally regenerated native woody species in forest plantations in the Ethiopian highlands. *New For* 22:159-177

## Apêndices

APÊNDICE A. Famílias e espécies e suas densidades absolutas em 5 plantios florestais e 3 áreas de mata primária na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, AM. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*, MP1: mata primária área 1, DE: plantio de *Dinizia excelsa*, MP3: mata primária área 3, DO: plantio de *Dipteryx odorata*, BG: plantio de *Bagassa guianensis*, JC: plantio de *Jacaranda copaia*, MP2: mata primária área 2.

Família	Espécie	SM	MP1	DE	MP3	DO	BG	JC	MP2
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	15	1	3	1	1	3	5	
Annonaceae	Annonaceae sp.1	1							
	<i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E. Fr.	1	1	2	1	2	47	6	1
	<i>Duguetia flagellaris</i> Huber						1	1	2
	<i>Duguetia guianensis</i> R.E. Fr.								1
	<i>Duguetia stelechantha</i> (Diels) R.E. Fr.		1			1			4
	<i>Ephedranthus amazonicus</i> R.E. Fr.		3		9	1	1	1	2
	<i>Guatteria aff. procera</i>		1						
	<i>Guatteria discolor</i> R.E. Fr.		4						
	<i>Guatteria foliosa</i> BentD.	19	1	2	4			2	
	<i>Guatteria olivacea</i> R.E. Fr.	11			2			4	
	<i>Guatteria</i> sp.1	1							
	<i>Rollinia insignis</i> R.E. Fr.	13		14		3	4	10	
	<i>Unonopsis guatterioides</i> (A. DC.) R.E. Fr.		1						
	<i>Xylopia amazonica</i> R.E. Fr.		1	2			1		
	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.		1	4					
Apocynaceae	<i>Ambelania acida</i> Aubl.		3			12	2		1
	<i>Aspidosperma spruceanum</i> BentD. ex Müll. Arg.		1	1			1		
	<i>Lacmellea gracilis</i> (Müll. Arg.) Markgr.		1	1					
	<i>Odontadenia puncticulosa</i> (RicD.) Pulle					1			
	<i>Tabernaemontana angulata</i> Mart. ex Müll. Arg.	3			1	9			
	<i>Tabernaemontana heterophylla</i> Vahl					1			
	<i>Tabernaemontana muricata</i> Link ex Roem. & Schult.		5	1	19	1	3	1	
Araceae	<i>Dieffenbachia elegans</i> A.M.E. Jonker & Jonker					2			
	<i>Philodendron billietiae</i> Croat	1							
	<i>Philodendron</i> sp.1	1							
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin			2	1				
Arecaceae	<i>Astrocaryum acaule</i> Mart.								1
	<i>Astrocaryum aculeatum</i> G. Mey.	1							
	<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	1	6		13		1	4	1
	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.						2		2
	<i>Attalea attaleoides</i> (Barb. Rodr.) Wess. Boer					1		1	7
	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.				5				
	<i>Bactris maraja</i> Mart.	2	3	1				3	5
	<i>Euterpe precatória</i> Mart.				1	2	6	4	
	<i>Geonoma aspidiifolia</i> Spruce		4						1
	<i>Geonoma deversa</i> Mart.								2

Continua...

APÊNDICE A – Continuação.

Família	Espécie	SM	MP1	DE	MP3	DO	BG	JC	MP2
Arecaceae	<i>Geonoma maxima</i> var. <i>maxima</i>								4
	<i>Geonoma maxima</i> var. <i>spixiana</i> (Mart.) A.J. Hend.							1	
	<i>Geonoma</i> sp.1						1		
	<i>Iriartella setigera</i> (Mart.) D. Wendl.		2						
	<i>Iriarthella</i> sp.1								1
	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	12	1	1	3	4			
	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.		2						
	<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	17	14	18	3	7	11	6	2
	<i>Syagrus inajai</i> (Spruce) Becc.				1		1	1	2
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea chica</i> (Humb. & Bonpl.) B. Verl.		1						
	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don			1		4	6		
	<i>Mansoa kerere</i> (Aubl.) A.D. Gentry					1			
	<i>Memora flavida</i> (DC.) Bureau & K. Schum.	2							
	<i>Plenotoma melioides</i> (S. Moore) A.D. Gentry	7							
Boraginaceae	<i>Cordia naidophila</i> I.M. Johnst.		2		1				
	<i>Cordia nodosa</i> Lam.					1	1		
Bromeliaceae	<i>Bromelia tubulosa</i> L.B. Sm.		1	2					
Burseraeae	<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) D.C. Daly	1					2		
	<i>Protium apiculatum</i> Swart	5	9		1	4		1	12
	<i>Protium hebetatum</i> D.C. Daly	2	18	4	11	3	12	3	17
	<i>Protium</i> sp.1					1			
	<i>Protium spruceanum</i> (BentD.) Engl.	8	5	2	7	7	3		
	<i>Protium strumosum</i> D.C. Daly				1				
Cecropiaceae	<i>Pourouma bicolor</i> subsp. <i>bicolor</i>								2
	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.						1		
	<i>Pourouma minor</i> Benoist							1	
	<i>Pourouma</i> sp.1				2				
Celastraceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.			1	2		11	14	
Chrysobalanaceae	<i>Couepia bracteosa</i> BentD.				1			2	
	<i>Couepia guianense</i> ssp. <i>guianensis</i>							3	
	<i>Couepia robusta</i> Huber		4		7				4
	<i>Couepia ulei</i> Pilg.		8	1					
	<i>Hirtella myrmecophila</i> Pilg.					1			2
	<i>Licania apetala</i> (E. Mey.) Fritsch			1					
	<i>Licania laxiflora</i> Fritsch							2	
	<i>Licania oblongifolia</i> Standl.	6	13	5	13	1	3	12	4
	<i>Licania reticulata</i> Prance	1							
	<i>Licania robusta</i> Sagot								1
	<i>Licania rodriguesii</i> Prance								1
<i>Licania</i> sp.1				1		1		1	
<i>Mouriri duckeana</i> Morley		9							3

Continua...

APÊNDICE A – Continuação.

Família	Espécie	SM	MP1	DE	MP3	DO	BG	JC	MP2
Chrysobalanaceae	<i>Parinari montana</i> Aubl.			1					
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.		1						
	<i>Clusia insignis</i> Mart.	1							
	<i>Moronobea pulchra</i> Ducke		1			1			
	<i>Tovomita amazonica</i> Poepp. & Endl. ex Walp.		1						
	<i>Vismia cauliflora</i> A.C. Sm.				1	2			
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Seem.				1			3	
	<i>Vismia</i> sp.1							2	
Combretaceae	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler					1	1		3
Cyperaceae	<i>Mapania sylvatica</i> Aubl.					2			1
	<i>Pleurostachys sparsiflora</i> Kunth					1			
	<i>Scleria</i> sp.1				1				
Dichapetalaceae	<i>Tapura</i> cf. <i>amazonica</i>							1	
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.						1		
Ebenaceae	<i>Diopyros</i> sp.1				1				
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea floribunda</i> Spruce ex BentD.					2	1		2
	<i>Sloanea nitida</i> G. Don								1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.		1	3	23		1		
	<i>Erythroxylum</i> sp.1	1				4		1	
Euphorbiaceae	<i>Aparisthium cordatum</i> Baill.				1				
	<i>Croton lanjouwensis</i> Jabl.			1					
	<i>Mabea caudata</i> Pax & K. Hoffm.					1			2
	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.							2	
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex BentD.				2				
	<i>Pogonophora</i> sp.1					2			
	<i>Abarema mataybifolia</i> (Sandwith) Barneby & J.W. Grimes								1
Fabaceae	<i>Acacia multipinnata</i> Ducke	1							
	<i>Bauhinia guianensis</i> var. <i>splendens</i>				7				
	<i>Bocoa viridiflora</i> (Ducke) R.S. Cowan				1				
	<i>Derris negrensis</i> BentD.	34			11				
	<i>Dimorphandra pennigera</i> Tul.		1						
	<i>Diploptropis triloba</i> Gleason	5		5		2			
	<i>Dipteryx punctata</i> Frag. & Cif.		1						1
	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke			1					
	<i>Inga alba</i> (Sw.)Willd.								1
	<i>Inga marginata</i> Kunth		3						
	<i>Inga obidensis</i> Ducke	2		2	4				1
	<i>Inga</i> sp.1				1				1
	<i>Inga stipularis</i> DC.		1	3	6		2		
	<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) Steud.			8					

Continua...

APÊNDICE A – Continuação.

Família	Espécie	SM	MP1	DE	MP3	DO	BG	JC	MP2
Fabaceae	<i>Inga velutina</i> Willd.				1				
	Leguminosae sp.1						1		
	<i>Macrolobium limbatum</i> Spruce ex BentD.				3				
	<i>Ormosia paraensis</i> Ducke			1					
	<i>Parkia panurensis</i> BentD. ex D.C. Hopkins			1					
	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) BentD. ex Walp.					1			
	<i>Peltogyne catinae</i> Ducke								1
	<i>Pradosia decipiens</i> Ducke								1
	<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) BentD.		1		1				1
	<i>Swartzia arborescens</i> (Aubl.) Pittier								1
	<i>Swartzia brachyrachis</i> Harms								2
	<i>Swartzia corrugata</i> BentD.							1	
	<i>Swartzia</i> sp.1					1			
	<i>Vouacapoua pallidior</i> Ducke						1		
Gentianaceae	<i>Chelonanthus alatus</i> (Aubl.) Pulle	6							
	<i>Tachia grandiflora</i> Maguire & Weaver		1						
Heliconiaceae	<i>Heliconia acuminata</i> RicD.		5	4	9	17	7	8	2
Hippocrateaceae	<i>Salacia impressifolia</i> (Miers) A.C. Sm.		1						4
	<i>Salacia insignis</i> A.C. Sm.		1						5
Humiriaceae	<i>Duckesia verrucosa</i> (Ducke) Cuatrec.	1							
	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.		1						
	<i>Vantanea micrantha</i> Ducke		1	1	3				
Icacinaceae	<i>Dendrobangia boliviana</i> Rusby	1							
	<i>Poraqueiba guianensis</i> Aubl.			1					
Lacistemaceae	<i>Lacistema grandifolium</i> Schnizl.		1					1	
Lauraceae	<i>Aiouea myristicoides</i> Mez			1					
	<i>Aniba ferrea</i> Kubitzki	1							
	<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez		2		1				
	<i>Aniba megaphylla</i> Mez				1				
	<i>Aniba parviflora</i> (Meisn.) Mez		2		1	2			1
	<i>Aniba</i> sp.1	1							
	<i>Aniba terminalis</i> Ducke		1						1
	<i>Dicypellium manausense</i> W.A. Rodrigues	1	1		1				
	<i>Endlicheria longicaudata</i> (Ducke) Kosterm.				1				
	<i>Endlicheria pyriformis</i> (Nees) Mez								1
	<i>Endlicheria</i> sp.1	8							
	<i>Endlicheria sprucei</i> (Meisn.) Mez		1						
	Lauraceae sp.1						2		
	<i>Licaria guianensis</i> Aubl.	2					2		1
<i>Licaria hirsuta</i> van der Werff	1								

Continua...

APÊNDICE A – Continuação.

Família	Espécie	SM	MP1	DE	MP3	DO	BG	JC	MP2
Lauraceae	<i>Mezilaurus duckei</i> van der Werff	1							
	<i>Ocotea</i> aff. <i>cujumari</i>	1							
	<i>Ocotea</i> aff. <i>pauciflora</i>		1						
	<i>Ocotea amazonica</i> (Meisn.) Mez	1							
	<i>Ocotea cujumary</i> Mart.			1	1	1			
	<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	1		2	1		2	2	
	<i>Ocotea minor</i> Vicent.	1							
	<i>Ocotea nigrescens</i> (Meisn.) Mez			1					
	<i>Ocotea rhynchophylla</i> (Meisn.) Mez	5	3						
	<i>Ocotea</i> sp.1	4							
	<i>Ocotea</i> sp.2	2							
	<i>Ocotea</i> sp.3		1	26	7				
	<i>Ocotea splendens</i> (Meisn.) Baill.							1	
	<i>Ocotea subterminalis</i> van der Werff	1							
	<i>Sextonia rubra</i> (Mez) van der Werff							1	
Lecythidaceae	<i>Corythophora alta</i> R. Knuth	1		2					
	<i>Couratari stellata</i> A.C. Sm.					1			
	<i>Eschweilera alata</i> A.C. Sm.				2				
	<i>Eschweilera micrantha</i> (O. Berg) Miers								2
	<i>Eschweilera odora</i> (Poepp. ex O. Berg) Miers		3		2	1			4
	<i>Eschweilera</i> sp.1	1							
	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm.		1			3	5		
Loganiaceae	<i>Potalia amara</i> Aubl.				1				
	<i>Strychnos peckii</i> B.L. Rob.								1
Malvaceae	<i>Bombacopsis macrocalyx</i> (Ducke) A. Robyns								1
Marantaceae	<i>Ischnosiphon martianus</i> Eichler ex Petersen	7	1		1	6	2	8	1
	<i>Monotagma densiflorum</i> K. Schum.								1
	<i>Monotagma laxum</i> (Poepp. & Endl.) Schum.					16		1	
Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana					1	2	2	
	<i>Bellucia imperialis</i> Saldanha & Cogn.			5		1	1		
	<i>Leandra micropetala</i> Naudin) Cogn.					1			
	<i>Miconia argyrophylla</i> DC.		5	33	19	2	5	2	2
	<i>Miconia duckei</i> Cogn.					1			
	<i>Miconia guianensis</i> (Aubl.) Cogn.					7			1
	<i>Miconia regelii</i> Cogn.		1	11		2	2	1	
	<i>Miconia</i> sp.1	2							
Meliaceae	<i>Miconia tomentosa</i> (RicD.) D. Don ex DC.	1							
	<i>Tococa bullifera</i> Mart. & Schrank ex DC.	1							
	<i>Guarea pubescens</i> ssp. <i>pubescens</i>							1	
Menispermaceae	<i>Abuta grandifolia</i> (Mart.) Sandwith	2							

Continua...

APÊNDICE A – Continuação.

Família	Espécie	SM	MP1	DE	MP3	DO	BG	JC	MP2
Menispermaceae	<i>Abuta rufescens</i> Aubl.		1			1			
Monimiaceae	<i>Siparuna foetida</i> Barb. Rodr.		1			1			
	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.			1	3	5	7		
Moraceae	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke					1			
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.				1			3	
	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier			1					
	<i>Helianthostylis sprucei</i> Baill.								2
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby		1						
	<i>Helicostylis scabra</i> (J.F. Macbr.) C.C. Berg	14	1					1	1
	<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C.C. Berg								1
	<i>Sorocea guilleminiana</i> GaudicD.			3	3		8	1	1
	<i>Sorocea muriculata</i> ssp. <i>muriculata</i>					6		3	
	<i>Trymatococcus amazonicus</i> Poepp. & Endl.	2		1		1			1
Musaceae	<i>Phenakospermum guianensis</i> Aubl.			3		1			1
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb	1	2		1		2		1
	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	2							
	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	3					4	1	1
	<i>Virola calophylla</i> var. <i>calophylla</i>		1						
	<i>Virola mollissima</i> (Poepp. ex A. DC.) Warb.							1	
	<i>Virola multinervia</i> Ducke								2
	<i>Virola theiodora</i> (Spruce ex BentD.) Warb.	1							
	<i>Virola venosa</i> (BentD.) Warb.	5			1	1			
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Seem.			1					
Myrtaceae	<i>Calyptanthes crebra</i> McVaugh					1			
	<i>Myrcia atramentifera</i> Barb. Rodr.				1				
	<i>Myrcia fenestrata</i> DC.		1	14	5		2	1	2
	<i>Myrcia hirsuta</i> O. Berg				1				
	<i>Myrcia huallagae</i> McVaugh						1		
	<i>Myrcia servata</i> McVaugh	23							
	<i>Myrcia silvatica</i> Barb. Rodr.			22	8	1	2	10	
	<i>Myrcia</i> sp.1	1							
Nyctaginaceae	<i>Neea madeirana</i> Standl.		1						
	<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.					3			
	<i>Neea ovalifolia</i> Spruce ex J.A. Schmidt	3			1	1			
	<i>Neea</i> sp.1			8					
Olacaceae	<i>Aptandra tubicina</i> (Poepp.) BentD. ex Miers				1				
	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.								1
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	1			1	5	1		
	<i>Piper cyrtopodon</i> C. DC.		4						
	<i>Piper demeraranum</i> (Miq.) C. DC.	13			5	1	1	1	1

Continua...



APÊNDICE A – Continuação.

Família	Espécie	SM	MP1	DE	MP3	DO	BG	JC	MP2
Piperaceae	<i>Piper duckei</i> C. DC.			1	1	1	1	2	
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> L.	11				4			
	<i>Pariana</i> cf. <i>campestris</i>						5	4	
Polygalaceae	<i>Moutabea guianensis</i> Aubl.								1
	<i>Moutabea</i> sp.1		3						
Pteridophyta	<i>Adiantum tomentosum</i> Klotzsch					1			
	<i>Triplophyllum dicksonioides</i> (Fée) Holttum					1			
Rhabdodendraceae	<i>Rhabdodendron amazonicum</i> (Spruce ex BentD.) Huber		1						
	<i>Rhabdodendron</i> sp.1	1		1					
Rubiaceae	<i>Alibertia hispida</i> Ducke		2						1
	<i>Amaioua corymbosa</i> Kunth			1	1		1		
	<i>Chimarrhis duckeana</i> Delprete					1			
	<i>Duroia longiflora</i> Ducke				1				
	<i>Duroia macrophylla</i> Huber	6				2	2		2
	<i>Duroia saccifera</i> (Mart. ex Roem. & Schult.) Hook. f. ex Schumann	1	1						
	<i>Duroia</i> sp.1	1							
	<i>Faramea corymbosa</i> Aubl.		8						
	<i>Isertia hypoleuca</i> BentD.						5		
	<i>Palicourea corymbifera</i> (Müll. Arg.) Standl.	4	6	3	9	5	8		
	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	1	7	2	7	1	1	2	1
	<i>Palicourea longistipulata</i> var. <i>longistipulata</i>				3				
	<i>Palicourea</i> sp.1		3		1	1	7		
	<i>Psychotria erecta</i> (Aubl.) Standl. & Steyerl.						1		
	<i>Psychotria iodotricha</i> Müll. Arg.					15	1		
	<i>Psychotria</i> sp.1					1			
	<i>Psychotria subundulata</i> Müll. Arg.						2		
	<i>Remijia ulei</i> K. Krause	17			1				
	Rubiaceae sp. 1						1		
	Rubiaceae sp. 2						1		
Rutaceae	<i>Hortia superba</i> Ducke					1			
	<i>Zanthoxylum djalma-batistae</i> (Albuq.) P.G. Waterman				1				
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.							1	
	<i>Casearia javitensis</i> Kunth					3	3	3	
	<i>Casearia resinifera</i> Spruce ex Eichler			1			1		
	<i>Peridiscus lucidus</i> BentD.		2						
	<i>Ryania speciosa</i> Vahl	3	1		3	3	2	3	1
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp.1	1							
	<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	2	3	1	1	1	1		
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.		1						
	<i>Matayba macrostylis</i> Radlk.			1		1			

Continua...

APÊNDICE A – Continuação.

Família	Espécie	SM	MP1	DE	MP3	DO	BG	JC	MP2
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp.1				1				
	Sapindaceae sp.1						1		
	<i>Talisia</i> cf. <i>firma</i>	1							1
	<i>Talisia cupularis</i> Radlk.	1		2	4			2	
	<i>Talisia eximia</i> K.U. Kramer								1
	<i>Talisia</i> sp.1						1		
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum guianense</i> (Eyma) Baehni		2						
	<i>Chrysophyllum sparsiflorum</i> Klotzsch ex Miq.			1					
	<i>Chrysophyllum ucuquirana-branca</i> (Aubrév. & Pellegr.) T.D. Penn.		3						
	<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma				4				
	<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre		17		3				5
	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.						1		1
Sapotaceae sp.1			1						
Simaroubaceae	<i>Simaba cedron</i> PlancD.		2					1	
	<i>Simaba polyphylla</i> (Cavalcante) W.W. Thomas		2	1					2
	<i>Simarouba amara</i> Aubl.		3	3		3	7	1	
Smilacaceae	<i>Smilax syphilitica</i> Griseb.			1	2		1		
Sterculiaceae	<i>Theobroma silvestre</i> Spruce ex K. Schum.		5						
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.								1
Tiliaceae	<i>Apeiba echinata</i> Gaertn.	1							
Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i> L.					2			
Violaceae	<i>Amphirrhox longifolia</i> (A. St.-Hil.) Spreng.					3	5		
	<i>Rinorea falcata</i> (Mart. ex Eichler) Kuntze					2			
	<i>Rinorea macrocarpa</i> (C. Mart. ex Eichler) Kuntze		1			2	4	1	
	<i>Rinorea racemosa</i> (Mart.) Kuntze				1				
Vochysiaceae	<i>Erisma bicolor</i> Ducke								1
	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	2							
	<i>Vochysia vismiifolia</i> Spruce ex Warm.			1		1			1
Não identificada 1	Não identificado sp.1	1							
Não identificada 2	Não identificado sp.2								1
Total		352	259	257	304	243	250	170	165

APÊNDICE B – Abertura de dossel e propriedades físicas e químicas dos solos (média  $\pm$  desvio padrão) em cinco plantios florestais de espécies nativas e três áreas de floresta primária, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Manaus, AM. Onde, SM: plantio de *Simarouba amara*, MP1: mata primária área 1, DE: plantio de *Dinizia excelsa*, MP3: mata primária área 3, DO: plantio de *Dipteryx odorata*, BG: plantio de *Bagassa guianensis*, JC: plantio de *Jacaranda copaia*, MP2: mata primária área 2.

	SM	MP1	DE	MP3	DO	BG	JC	MP2
Abertura do dossel (%)	8.42 $\pm$ 1.91	3.25 $\pm$ 0.82	6.26 $\pm$ 0.94	8.33 $\pm$ 2.50	2.62 $\pm$ 1.07	5.47 $\pm$ 1.70	7.14 $\pm$ 1.62	5.10 $\pm$ 0.53
Textura								
% Areia	84.30 $\pm$ 2.82	76.62 $\pm$ 3.47	60.29 $\pm$ 6.72	71.59 $\pm$ 1.24	28.48 $\pm$ 5.58	27.70 $\pm$ 3.57	39.26 $\pm$ 3.31	25.27 $\pm$ 3.28
% Silte	7.87 $\pm$ 1.74	9.60 $\pm$ 1.10	14.38 $\pm$ 2.74	12.41 $\pm$ 1.34	15.34 $\pm$ 4.45	18.01 $\pm$ 3.37	15.42 $\pm$ 1.56	17.27 $\pm$ 3.61
% Argila	7.83 $\pm$ 1.59	13.78 $\pm$ 2.48	25.33 $\pm$ 4.34	15.99 $\pm$ 1.46	56.18 $\pm$ 6.67	54.29 $\pm$ 2.17	45.33 $\pm$ 3.25	57.46 $\pm$ 2.36
pH em água	4.27 $\pm$ 0.12	4.07 $\pm$ 0.07	4.43 $\pm$ 0.08	4.49 $\pm$ 0.08	4.21 $\pm$ 0.16	4.17 $\pm$ 0.05	4.34 $\pm$ 0.12	4.23 $\pm$ 0.14
N (g/Kg)	0.68 $\pm$ 0.09	0.92 $\pm$ 0.12	1.16 $\pm$ 0.15	0.92 $\pm$ 0.08	1.36 $\pm$ 0.13	1.49 $\pm$ 0.11	1.42 $\pm$ 0.14	1.44 $\pm$ 0.10
P (mg/dm <sup>3</sup> )	2.00 $\pm$ 0.00	2.33 $\pm$ 0.52	2.00 $\pm$ 0.00	1.17 $\pm$ 0.41	1.83 $\pm$ 0.41	1.17 $\pm$ 0.41	1.50 $\pm$ 0.55	2.00 $\pm$ 0.63
K <sup>+</sup> (mg/dm <sup>3</sup> )	5.83 $\pm$ 0.41	8.17 $\pm$ 2.93	11.00 $\pm$ 1.90	9.50 $\pm$ 0.84	14.50 $\pm$ 2.07	14.00 $\pm$ 1.26	14.33 $\pm$ 2.34	17.67 $\pm$ 3.14
Na <sup>+</sup> (mg/dm <sup>3</sup> )*	2.33 $\pm$ 0.52	4.17 $\pm$ 0.98	2.67 $\pm$ 0.82	3.67 $\pm$ 0.82	4.00 $\pm$ 0.63	3.00 $\pm$ 0.00	2.83 $\pm$ 0.98	8.83 $\pm$ 2.23
Ca <sup>++</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )*	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00
Mg <sup>++</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )*	0.03 $\pm$ 0.00	0.04 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.01	0.03 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.00	0.05 $\pm$ 0.01	0.06 $\pm$ 0.01
Al <sup>+++</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1.02 $\pm$ 0.13	1.60 $\pm$ 0.19	1.46 $\pm$ 0.17	0.99 $\pm$ 0.12	1.26 $\pm$ 0.06	1.37 $\pm$ 0.18	1.42 $\pm$ 0.08	1.24 $\pm$ 0.11
H+Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	4.62 $\pm$ 0.71	7.24 $\pm$ 1.23	6.74 $\pm$ 1.12	4.58 $\pm$ 0.49	5.35 $\pm$ 0.59	5.68 $\pm$ 0.88	5.32 $\pm$ 0.46	3.85 $\pm$ 0.24
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.06 $\pm$ 0.00	0.08 $\pm$ 0.01	0.08 $\pm$ 0.01	0.08 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.00	0.11 $\pm$ 0.02	0.15 $\pm$ 0.02
T (cmolc/dm <sup>3</sup> )	4.68 $\pm$ 0.71	7.32 $\pm$ 1.25	6.83 $\pm$ 1.11	4.66 $\pm$ 0.50	5.46 $\pm$ 0.60	5.78 $\pm$ 0.89	5.43 $\pm$ 0.47	4.01 $\pm$ 0.23
V (%)	1.40 $\pm$ 0.15	1.14 $\pm$ 0.14	1.28 $\pm$ 0.34	1.80 $\pm$ 0.20	2.07 $\pm$ 0.34	1.88 $\pm$ 0.23	2.04 $\pm$ 0.39	3.89 $\pm$ 0.66
m (%)	93.92 $\pm$ 0.48	95.00 $\pm$ 0.90	94.48 $\pm$ 0.72	92.13 $\pm$ 0.95	91.77 $\pm$ 1.04	92.69 $\pm$ 0.60	92.81 $\pm$ 1.05	88.81 $\pm$ 1.60

\* Valores muito similares entre as parcelas foram excluídos da análise.